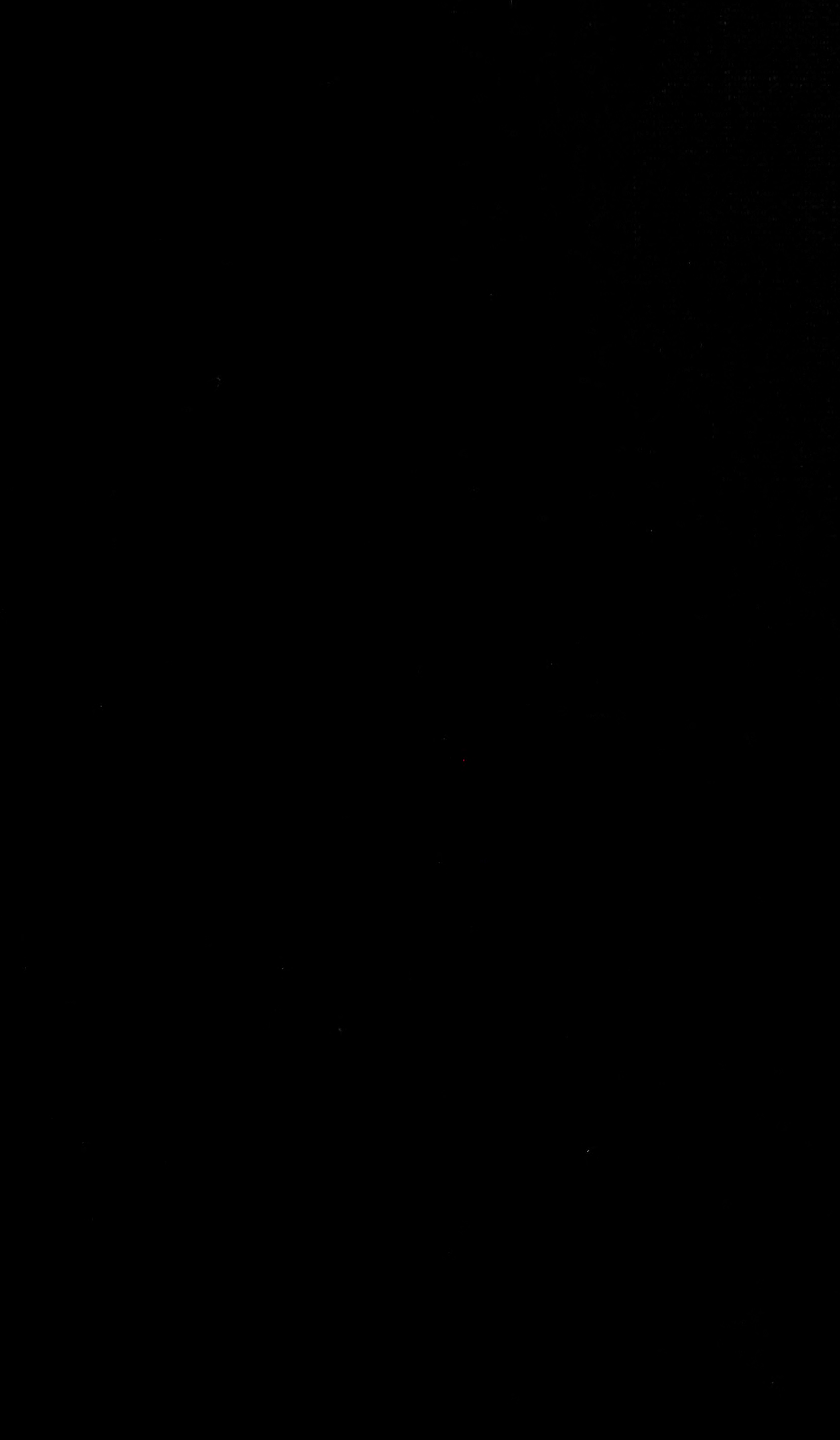


JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR

M. CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie impériale de médecine.

SIXIÈME ANNÉE

1869

PARIS

GERMER BAILLIÈRE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

Londres	New-York
Hipp. Baillière, 319, Regent street	Baillière Brothers, 440, Broadway

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DE TOPETE, 16

1869

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

MÉMOIRE
SUR L'ENCÉPHALE DES ÉDENTÉS

Par GEORGES POUCHET
Aide-naturaliste, Chef des travaux anatomiques au Muséum.

PLANCHES I ET II.

II

CIRCONVOLUTIONS.

C'est une loi de l'esprit que nous commençons toujours d'étudier les choses par le côté qui se présente le premier, fût-il celui de la difficulté, quand il suffirait du plus simple détour, de la plus insignifiante dépense de temps pour donner une direction meilleure à la recherche et préparer l'avenir. Si l'attention des anatomistes s'est portée tout d'abord sur la face supérieure du cerveau, ce n'est pas qu'on lui soupçonnât dans l'origine un intérêt plus grand, c'est qu'elle était plus facilement à découvert, et la première en vue. Les petites circonstances jouent le principal rôle dans l'histoire des sciences ; nous ne croyons pas qu'il faille chercher plus loin l'explication de ces constantes études poursuivies sur les circonvolutions à l'exclusion des autres parties de l'encéphale. Il faut rendre cette justice à Tiedemann et à

M. Serres, que tous deux ont eu le sentiment que la vraie voie était ailleurs ; tous deux ont voulu donner à la base et aux parties profondes du cerveau l'attention qu'elles méritent. Ils ont été peu suivis ; c'est à peine aujourd'hui si nous avons des notions précises sur la disposition de l'intérieur du cerveau d'un petit nombre d'espèces. Encore ne les doit-on qu'à des discussions pleines d'amertume et dont on voudrait effacer jusqu'au souvenir. Il semble que l'anatomie comparée du cerveau ait eu cette destinée de n'avancer que par la contradiction, la lutte et le choc violent des opinions.

L'étude de la face supérieure des hémisphères, née de raisons purement circonstancielles, reçut tout à coup par la tentative immortelle de Gall une impulsion considérable. Cuvier avait essayé d'établir les coupes primaires du règne animal sur les variations du système nerveux (1). On voulut renchérir : sous cette double influence de Cuvier et de Gall on s'efforça de trouver dans l'encéphale des mammifères la base d'une classification méthodique où ne seraient sacrifiées toutefois ni les données fournies par l'ensemble des caractères extérieurs de ces animaux, ni les divisions établies d'après ces caractères. D'autres naturalistes, au contraire, sans se soucier des rapports complexes qui unissent les animaux les uns aux autres, se sont contentés d'établir un ordre sérial basé sur l'unique considération du nombre et de l'étendue des circonvolutions. Nous n'avons pas à juger pour le moment la portée de ces diverses tentatives : nous nous bornerons à indiquer la place faite aux Édentés dans chacune d'elles.

Ch. Bonaparte, en 1841, puisa dans la collection de Lyon,

(1) On sait aujourd'hui que le partage du règne animal en quatre embranchements, tel que l'a conçu Cuvier, est défectueux. Le premier n'a pas la même valeur que les autres. Cuvier, dans la direction spéciale de ses travaux, ne vit pas distinctement que ce qui est typique chez les vertébrés, c'est la vertèbre, bien plus que la constitution du système nerveux : elle précède et domine la formation de celui-ci au début de l'évolution embryonnaire, et peut, dans certains cas tératologiques, exister sans lui. Si les trois derniers embranchements n'ont pas de même une délimitation bien précise et nous laissent parfois en suspens pour le classement d'un animal, c'est que leur caractéristique est basée sur la disposition toujours variable et contingente d'un *appareil*, au lieu de reposer, comme pour les vertébrés, sur ce caractère absolu de l'existence d'un *système* anatomique spécial dont on ne retrouve aucune trace ailleurs.

rangée par Jourdan (1), l'idée de diviser les mammifères placentaires en deux groupes : 1° les *Educabilia*, caractérisés par « un cerveau à deux ou trois lobes » ; 2° les *Ineducàbilia*, avec « un cerveau unilobé ». Sans nous attacher à ces qualifications de cerveau unilobé, bilobé, trilobé, sur lesquelles on n'est peut-être pas bien d'accord, nous noterons simplement que le second groupe comprend en tête les Édentés, et derrière eux les Chéiroptères, les Insectivores et les Rongeurs (*bruta*, *cheiroptera*, *bestiæ*, *glires*).

M. Waterhouse (2), deux ans après, en 1843, fait intervenir les circonvolutions ; il divise aussi les mammifères placentaires en deux sections, ou du moins reconnaît qu'on peut les partager ainsi, car lui-même ne le fait pas (3) : 1° l'une dans laquelle le cerveau est généralement arrondi, obtus en avant et muni de circonvolutions ; 2° l'autre où le cerveau est dépourvu ou presque dépourvu de circonvolutions. Le second groupe comprend les Chéiroptères, les Insectivores, les Édentés et les Rongeurs, c'est-

(1) Voy. Ch. Bonaparte, *A New Systematic Arrangement of Vertebrated Animals* (*Trans. of the Linnean Society*, vol. XVIII, 1841, p. 248).

(2) *Observations on the Classification of the Mammalia* (*The Ann. and Mag. of Nat. History*, vol. XII, p. 398, 1843.)

(3) M. Waterhouse, dans l'application, rapproche les Chéiroptères et les Insectivores des Quadrumanes, et rejette les Édentés et les Rongeurs à l'extrémité de la série des mammifères placentaires. — Presque en même temps, M. Milne Edwards proposait une classification qui, à la vérité, ne vise point le cerveau : si nous la signalons, c'est qu'elle n'est peut-être pas, en ce qui touche les Édentés, appuyée sur des observations suffisantes. M. Milne Edwards range ensemble les Quadrumanes, les Chéiroptères, les Insectivores et les Rongeurs, caractérisés tous par un placenta discoïde. Les Édentés sont rejetés comme *mammifères à placenta diffus* avec les Solipèdes, les Ruminants et les Cétacés. Sans parler des inconvénients d'une classsification assise sur un organe transitoire, il faut tenir compte de l'ignorance où nous sommes aujourd'hui encore, de la véritable structure du placenta des Édentés. Au reste M. Milne Edwards lui-même, dans le dispositif du tableau qu'il joint à son travail, accentue nettement l'affinité des Édentés pour le groupe des mammifères à placenta discoïde où se trouvent les Chéiroptères, les Insectivores et les Rongeurs, c'est-à-dire tous les mammifères dont les Édentés se rapprochent certainement le plus par leur cerveau. (Voy. Milne Edwards, *Considérations sur quelques principes relatifs à la classification naturelle des animaux. Ann. des Sc. nat.*, 1844.) Sans avoir de renseignements positifs, nous sommes porté à croire que le placenta est discoïde chez les Édentés : à une époque où notre attention n'était pas particulièrement sollicitée de ce côté, nous avons cru remarquer qu'il était tel en effet sur un fœtus de Dionyx.

à-dire précisément les Ineducabilia de Ch. Bonaparte, rangés dans un ordre plus conforme aux idées de Blainville.

M. R. Owen (1), à son tour, revenant sur le même sujet avec toute l'autorité d'une carrière uniquement consacrée aux études anatomiques, divise les mammifères en quatre groupes, d'après les caractères généraux du cerveau : 1° *Archencephala;* 2° *Gyrencephala;* 3° *Lissencephala;* 4° *Lyencephala.* Le premier groupe ne comprend que l'homme, et le dernier tous les Marsupiaux. Les mammifères placentaires restent partagés, comme dans le système de Ch. Bonaparte, en deux sections : dans la seconde se rangent les mammifères à cerveau lisse (*smooth-brained Mammalia*); nous y retrouvons, et encore dans le même ordre, les Ineducabilia de Ch. Bonaparte, c'est-à-dire les Édentés en tête, puis les Chéiroptères, les Insectivores et les Rongeurs.

La tentative que fit Leuret (2) en 1839 de disposer les mammifères d'après les circonvolutions de leur cerveau, a un tout autre caractère. Leuret ne se soucie point des classifications déjà existantes, et consacrées par l'autorité de tous les naturalistes qui se sont succédé depuis Linné. Un seul caractère l'occupe indépendamment de tout autre. On ne peut pas dire qu'il classe : il *range* les mammifères d'après le nombre de leurs circonvolutions. Sans même annoncer comment il entend asseoir ses divisions, tant le procédé est simple, il imagine quatorze groupes, où il va du moins de circonvolutions au plus. Les deux premiers comprennent les Rongeurs, les Insectivores, les Chéiroptères et les Marsupiaux, c'est-à-dire les Lyencéphales et les Lissencéphales à l'exception des Édentés. — Du troisième au sixième groupe, les Édentés ne paraissent pas encore : ce sont les Carnassiers. — Leuret compose son septième groupe avec l'Aï, l'Unau, le Tatou, le Pangolin, l'Encoubert (nous répétons sa nomenclature), le Phascolome Wombat, le Daman. — Le huitième groupe, plus riche par conséquent en circonvolutions, comprend l'Oryctérope et avec lui le Kanguroo, la Roussette. — Les groupes suivants,

(1) *On the Classification and Geographical Distribution of the Mammalia*, 1 vol. in-8. London, 1859.

(2) *Anatomie comparée du système nerveux.*

depuis le neuvième jusqu'au quatorzième, sont remplis par les Gyrencéphales à l'exception des Carnassiers rejetés comme on l'a vu, au-dessous des Tatous, de l'Encoubert et des autres Édentés. Ce seul détail permet de juger du peu de valeur de la répartition imaginée par Leuret, et même du peu de soin qu'il semble y avoir apporté.

Avant Leuret, Tiedemann (1) avait aussi essayé d'établir un ordre sérial des mammifères d'après le nombre et l'importance de leurs circonvolutions. Dans sa liste, l'Unau, séparé du reste des Édentés, vient dans la même division que l'Ours, les Martres, les Loutres, le Lémur-Manjoz, immédiatement après eux. Dans une division moins riche se rangent successivement les Insectivores, les Rongeurs, la Sarigue, puis « les Édentés, le Fourmilier didactyle, le Tatou (2) ». Tiedemann ajoute que les plis et les sillons, chez tous ces animaux, manquent complétement ou existent à peine (3). Ceci est vrai, en effet, du Dionyx et des Tatous, mais il s'en faut que ce soit la règle pour les Édentés. Cette prétendue absence de circonvolutions dans la plupart des Édentés est une véritable erreur, où les observations incomplètes (nullement par sa faute) de Tiedemann semblent avoir entraîné à sa suite et jusque de nos jours certains zoologistes.

Les travaux de M. Dareste ne sont pas sans affinité avec l'essai de Leuret. M. Dareste ne cherche point à établir une classification proprement dite, laquelle comporte forcément un ordre sérial. Il se borne à partager les mammifères en groupes ou types naturels d'après la forme et l'apparence des circonvolutions : c'est une conception dont on pourrait retrouver le premier germe dans Leuret (4). Tous les mammifères sont ramenés par M. Dareste à trois types : 1° celui des *Carnivores*, dont l'Isatis et les Caniens donnent le modèle ; 2° celui des *Primates ;* 3° celui des *Ruminants*, auquel se rattacheraient, d'après M. Dareste, les Pachy-

(1) *Icones cerebri simiarum.*

(2) « ... in didelphis, edentatis, myrmecophaga et dasypode ».

(3) « .... gyri et sulci vix omnino desiderantur vel vix ulli conspiciuntur ».

(4) Il dit : « Le cerveau des Carnivores a un type particulier qui le place en dehors de celui des autres animaux ». (*Loc. cit.*)

dermes d'abord puis les Édentés : « il me paraît très-probable, dit» il (1), que c'est à ce type que se rapporte le cerveau de certains » Édentés ; c'est du moins ce que j'ai cru voir sur un cerveau de » Pangolin (*Manis Temmincki*) conservé dans la galerie d'ana» tomie comparée, mais qui est en trop mauvais état pour me » permettre de me prononcer avec certitude (2) ». M. Dareste ajoute que c'est d'ailleurs un fait à revoir, et que les matériaux lui ont *complétement* manqué pour les autres familles de l'ordre des Édentés, où il était cependant d'autant plus important de comparer l'encéphale, qu'elles sont, comme nous l'avons dit, extrêmement différentes. Voici comment M. Dareste définit ce troisième type : « Il consiste essentiellement en trois bandes longitudinales, plus un repli situé à la partie antérieure du cerveau et qui forme la circonvolution sus-orbitaire. La bande moyenne du cerveau est fort large en arrière, où elle se divise le plus ordinairement en deux bandelettes, et chacune de celles-ci en deux bandelettes encore plus petites ; au contraire, elle est très-étroite en avant et ne se dédouble point. La bande externe est fort sillonnée ; l'un de ses sillons, peu différent des autres, forme la scissure de Sylvius qu'on reconnaît parce que dans ce sillon vient se terminer la circonvolution sus-orbitaire ; la scissure est située à peu de distance de l'extrémité antérieure du cerveau, à peu près à la jonction du tiers antérieur avec les deux tiers postérieurs ; elle est assez effacée (à l'exception de l'Éléphant) pour qu'il soit souvent difficile de la reconnaître et pour qu'on n'y parvienne, dans certains cas, que par la comparaison de cerveaux appartenant à des espèces différentes. »

Il est certain que cette description convient dans une mesure à plusieurs Édentés. Ce qui est même particulier, c'est qu'on peut l'appliquer surtout aux Bradypes auxquels M. Dareste attribue à tort un cerveau lisse (3) ; elle ne saurait au contraire

(1) *Troisième mémoire sur les circonvolutions du cerveau chez les Mammifères* (*Ann. des Sc. nat.*, 4e série, t. III. 1855, p. 100).

(2) C'est probablement celui qui porte la marque X, 447.

(3) *Deuxième mémoire sur les circonvolutions du cerveau chez les mammifères* (*Ann. des Sc. nat.*, 1854, t. I).

cadrer avec ce qui existe chez les Tatous, on s'étonne de voir leur cerveau ramené au même type *naturel* que le cerveau de l'Éléphant! Une chose frappe dans le système de M. Dareste : c'est d'abord l'homogénéité grande des deux premiers groupes, où les analogies du système nerveux répondent à des analogies non moins accusées dans les caractères extérieurs ; mais il n'en est plus de même de ce troisième groupe en complète rupture avec toutes les classifications proposées ou existantes. Il est évident que les trois divisions n'ont pas la même valeur, il est difficile de ne pas voir dans la dernière une espèce de *caput mortuum* où se sont groupées provisoirement toutes les familles de mammifères dont l'encéphale ne nous est pas encore connu d'une manière suffisante.

Nous avons donné plus haut l'*ensemble de caractères* qui, seul, peut servir à caractériser assez exactement le cerveau des Édentés. Tous ont des circonvolutions, au moins une, la sus-orbitaire ; elle existe seule chez le Dionyx ; quand il y en a d'autres, comme chez les Paresseux, les Pangolins, les Fourmiliers, l'Oryctérope, elles ont toujours leur direction dominante de l'avant à l'arrière, elles sont parallèles à la grande scissure médiane ; la première à partir de celle-ci se continue toujours avec la circonvolution sus-orbitaire, tantôt à angle droit (Paresseux, Pangolins), et tantôt à angle aigu (Fourmiliers, Oryctérope). La scissure de Rolando ne se trouve jamais, il n'y a aucune trace de ce sillon crucial « si constant à la partie antérieure et supérieure du cerveau des Carnassiers ». Les Paresseux et les Pangolins présentent sur le côté une circonvolution arquée qui rappelle, quoique d'assez loin, la circonvolution repliée sur elle-même qui enveloppe la scissure de Sylvius dans le cerveau des Primates et des Carnassiers. Chez les derniers Édentés (Oryctérope, Fourmiliers, Tatous), les circonvolutions, en s'effaçant de plus en plus, laissent se dessiner, comme nous l'avons dit, le lobe moyen sous la forme d'une large éminence triangulaire, ordinairement lisse, située sur le côté de l'hémisphère et en arrière ; un sillon horizontal la sépare du lobe de l'Hippocampe, et un autre, oblique, de la face supérieure du cerveau : c'est le dernier vestige de la scissure de Sylvius, l'artère cérébrale moyenne vient s'y placer.

La loi pressentie par Leuret, formulée par M. Dareste, en vertu de laquelle la complication des circonvolutions chez les mammifères est en raison directe de la taille, s'applique aux différents groupes de l'ordre des Édentés, mais nullement à l'ordre entier. Ceci s'explique d'ailleurs très-bien par ce qu'on pourrait appeler la *divergence organique* considérable qui sépare ces groupes, des Paresseux aux Fourmiliers, du Dionyx aux Tatous. Mais la loi reste vraie dans chaque famille : l'Aï a moins de circonvolutions que l'Unau, inférieur lui-même au Mylodon ; le Tamandua moins que le Tamanoir. Si au lieu de comparer entre elles les espèces dont la parenté est manifeste et immédiate, on envisage l'ensemble de l'ordre au point de vue du nombre absolu des circonvolutions, on constate que les Édentés qui en ont le plus, sont les Paresseux ; viennent ensuite les Pangolins ; puis l'Oryctérope, les Fourmiliers ; puis les Tatous ; enfin, le Dionyx. Il n'est pas exact, ainsi que l'a fait croire longtemps la planche de Tiedemann (1), que ce petit mammifère n'ait aucune circonvolution ; la sus-orbitaire existe, seule à la vérité.

On voit donc, à moins que le Chlamyphore ne fasse exception, qu'aucun Édenté vivant n'a le cerveau complétement *lisse*. Il importe de bien fixer la valeur de ce terme introduit par M. R. Owen dans la caractéristique des mammifères. Le cerveau des Édentés est lisse si on le compare à celui des Gyrencéphales ; il est relativement très-sillonné si on le rapproche du cerveau des autres Lissencéphales, de la plupart des Rongeurs, des Chéiroptères, des Insectivores. En rangeant les Édentés dans les Lissencéphales, on doit simplement entendre qu'ils n'ont jamais de circonvolutions *entériformes*, séparées par des anfractuosités plus larges dans la profondeur qu'à la surface. Les reliefs du cerveau des Édentés mériteraient plutôt le nom de bandes ou de plis que celui de circonvolutions. Ils affectent généralement une direction rectiligne ; les sillons de séparation sont toujours étroits, resserrés, quoiqu'ils soient souvent assez profonds : ils ont plus de 3 millimètres chez le Tamanoir. Ce qui a pu induire en erreur, et même faire croire à l'absence de tout sillon chez certains Édentés où ils existent,

(1) *Icones cerebri simiarum*, tab. IV.

c'est le rapprochement de leurs bords et la forme prismatique des bandes. Chez les Gyrencéphales, les circonvolutions contournées sur elles-mêmes, largement isolées, affectent la forme cylindrique. Chez les Édentés, les bandes parallèles, comprimées les unes par les autres, deviennent à peu près prismatiques ; deux arêtes vives limitent les faces qui plongent dans les sillons, la face libre est elle-même plane et tout le cerveau paraît lisse, avec des incisures de place en place. Cette apparence est très-nettement accusée, en particulier, chez les jeunes Pangolins.

On retrouve à la surface du cerveau de certains Édentés, à côté de circonvolutions proprement dites, les éminences et les dépressions onduleuses qui existent seules sur le cerveau d'un grand nombre de Lissencéphales. Chez les Tatous, ces ondulations se combinent avec la présence de sillons profonds, à bords verticaux, plus larges que ceux qui limitent d'ordinaire les plis cérébraux des autres édentés (1).

La symétrie des circonvolutions est en général d'autant plus grande qu'elles sont moins nombreuses. La symétrie est la règle chez les Édentés. Nous ne pouvons signaler que quelques légers écarts sur un cerveau de Pangolin (pl. IV, fig. 5-8) et sur un cerveau de Dionyx (pl. IV, fig. 1). Nous en connaissons un autre exemple sur la figure que donne Alessandrini de l'encéphale d'un fœtus de Cachicame (*D. novemcinctus*) à terme (2).

On sait encore mal par quelles raisons les circonvolutions du cerveau laissent à la face interne des os du crâne des empreintes plus ou moins nettes ; tantôt on y peut lire tout l'agencement des plis aussi bien que sur le cerveau lui-même, et sur d'autres espèces c'est à peine si des circonvolutions, même saillantes, laissent leurs traces. Les Édentés offrent encore ici de grandes

(1) Ces sillons mériteraient peut-être une attention particulière. Sur la coupe d'un cerveau d'Encoubert, nous voyons la substance grise contourner comme d'habitude le sillon de la circonvolution de l'ourlet, tandis qu'elle offre une véritable solution de continuité dans une partie de son épaisseur au niveau des sillons dont nous parlons : la couche corticale est entamée par eux au lieu de se reployer sous eux. Voy. pl. VI, fig. 9 et 10.

(2) *Cenni sull' anatomia del Dasipo minimo Desm.* (*Mem. della Acad. delle Sc. dell' Ist. di Bologna*, t. VII. 1856).

différences. Le crâne des Tatous, de même que celui du Glyptodon, ne nous donnent que des indications très-faibles; chez le Priodon, les grandes éminences et les larges dépressions de la surface de l'hémisphère sont déjà un peu mieux accentuées; on peut ranger à la suite les Fourmiliers; chez les Paresseux et le Mylodon, les plis laissent sur le crâne des empreintes peu profondes, mais cependant bien distinctes (pl. I, fig. 1-2); l'Oryctérope vient ensuite (pl. V, fig. 3); mais de tous les Édentés ce sont les Pangolins chez qui les bandes cérébrales sont le mieux imprimées dans les os, chaque dépression et chaque éminence s'y retrouve avec tous ses détails.

Il nous reste à indiquer la disposition des circonvolutions cérébrales dans les différentes familles dont se compose l'ordre des Édentés; nous le ferons avec d'autant plus de soin, que c'est seulement de ce côté, dans l'état actuel de la science, que peuvent porter les comparaisons, en attendant une connaissance plus parfaite et plus raisonnée de l'encéphale des mammifères. Si nous sommes loin de refuser aux circonvolutions un certain intérêt relatif, nous ne pensons pas du moins qu'elles aient l'importance absolue qu'on pouvait leur donner au temps où l'anatomie comparative se bornait aux caractères extérieurs des organes, mais qu'elles n'ont plus depuis que l'histologie a pénétré plus avant dans le labyrinthe des fibres et des cellules cérébrales.

Paresseux. — Mylodon.

Le cerveau des Paresseux a été déjà plusieurs fois représenté; Tiedemann (1) a figuré celui de l'Unau (*Bradypus didactylus*), M. Hyrtl (2) la face inférieure de celui de l'Aï; Rapp (3) donne un dessin très-soigné de la face supérieure de l'encéphale du même animal. Cependant, les bulbes olfactifs n'y sont pas représentés; la figure de Tiedemann laisse aussi à désirer; celle de M. Hyrtl n'est faite que pour montrer les vaisseaux. Tous ces dessins ont été

(1) *Icones cerebri simiarum*, tab. IV.

(2) *Beiträge zur vergleichenden Angiologie* (*Denkschr. der K. Akad. der Wiss. math.-nat. Cl.*, t. I. Wien, 1850).

(3) *Untersuchungen über die Edentaten*, in-4°. Tubingue.

exécutés d'après de jeunes individus. Nous n'avons eu également que des jeunes à notre disposition ; toutefois, la comparaison avec les moules pris sur la cavité crânienne des adultes, nous a permis d'arriver à une précision suffisante (pl. I et III).

Le cerveau des Paresseux se fait remarquer entre tous les Édentés par l'étendue relative de ses plis ; ce caractère d'élévation se trouve ainsi en rapport avec les autres particularités qui, dans le principe, avaient engagé les zoologistes à rapprocher ces animaux des Primates, mais sans contribuer lui-même à ce rapprochement, car le cerveau des Paresseux n'en conserve pas moins, par ses bulbes olfactifs proéminents, son cervelet à découvert, le volume du lobe de l'Hippocampe, etc..., un caractère absolument différent, et qui ne permet en aucun cas de le confondre avec celui des Singes.

L'hémisphère de l'Unau porte sur la face supérieure trois bandes longitudinales, parallèles à la scissure médiane et à peu près d'égal diamètre. Celle qui longe la scissure, arrivée à l'extrémité antérieure de l'hémisphère, se reploie à angle droit pour devenir la circonvolution *frontale* ou *sus-orbitaire*. Le premier de ces noms convient mieux chez les Paresseux, où le cerveau, large en avant, a une sorte de front ; la seconde appellation est préférable chez d'autres Édentés, où les hémisphères viennent se terminer en pointe derrière les bulbes olfactifs (Fourmiliers, Oryctérope, Tatous). La circonvolution sus-orbitaire des Paresseux passe au-devant de l'extrémité antérieure du deuxième pli longitudinal séparée de lui par un sillon ordinairement bien marqué. Elle se continue au contraire avec le troisième pli à angle droit, comme avec le premier, et se prolonge un peu au delà sur la face latérale du cerveau ; elle s'arrête contre un autre pli qui appartient en propre à cette face et que nous désignons sous le nom de *circonvolution courbe*.

Celle-ci décrit un arc de cercle très-net, enveloppant dans sa circonférence une surface plane un peu déprimée qui se traduit sur le squelette par une éminence correspondante. La circonvolution courbe est évidemment très-importante, elle est accusée chez les Paresseux dès les premiers temps de la vie fœtale. Peut-

être elle est l'analogue de la circonvolution qui contourne, chez les Carnassiers, la scissure de Sylvius ; seulement ici les deux extrémités de la circonvolution auraient subi une sorte d'écart, laissant à découvert les parties profondes ordinairement cachées par le rapprochement de ses bords. En arrière et au-dessus de la circonvolution courbe, on trouve une circonvolution courbe accessoire beaucoup plus courte, parallèle à la première.

La circonvolution de l'ourlet existe chez l'Unau, comme d'ailleurs chez tous les Édentés, à l'exception du Dionyx. En arrière, elle s'arrête à l'extrémité de l'hémisphère; en avant, elle forme sur sa face interne une sorte de crochet dirigé en bas qui enveloppe le genou du corps calleux (1).

Enfin, au-dessous de la circonvolution frontale, on trouve chez l'Unau un pli assez peu saillant qui dessine une espèce de collet sur la naissance du bulbe olfactif, et va se perdre insensiblement en dehors. On retrouve ce *collet* chez d'autres Édentés. Il semble toujours en rapport de structure beaucoup plus intime avec le bulbe olfactif qu'avec l'hémisphère; c'est pour cela que nous ne l'indiquons pas comme une circonvolution. Le sillon qui le sépare de la circonvolution sus-orbitaire reste la véritable démarcation entre le lobe frontal appartenant à la région supérieure du cerveau, et la base du cerveau prolongée par le bulbe olfactif.

Rapp indique que de grandes analogies rapprochent le cerveau de l'Aï (*Bradypus cuculliger* Wagl.) figuré par lui, du cerveau d'Unau représenté dans les *Icones cerebri simiarum*. L'air de famille est incontestable; toutefois, sous le rapport des circonvolutions, l'Aï a une infériorité évidente. Nous ne les décrivons ici que d'après le moule de la cavité crânienne : en comparant ce moule au cerveau de jeunes individus, nous n'avons pas retrouvé, comme pour l'Unau, une identité complète. Chez l'Aï adulte il n'y a que *deux* bandes longitudinales au lieu de trois qu'a l'Unau (2),

(1) Tiedemann figure un second sillon au-dessus de celui qui limite la circonvolution de l'ourlet. Nous ne l'avons pas vu chez un jeune individu à peu près du même âge que celui qui est figuré dans les *Icones cerebri simiarum*.

(2) On pourrait peut-être ne compter aussi chez l'Unau que deux bandes longitudinales en supposant la première divisée par un sillon accessoire. Voy. plus loin, Développement.

mais elles sont plus larges. Le sillon qui les sépare est légèrement onduleux au lieu d'être, comme chez l'Unau, parfaitement parallèle à la scissure médiane. La circonvolution frontale née à angle droit sur la première bande, est très-épaisse; elle s'unit à la seconde comme à la première et s'arrête un peu plus loin sur la face latérale de l'hémisphère. La circonvolution courbe est plus large que chez l'Unau, elle enveloppe une surface moins étendue, elle est coupée de place en place par des sillons perpendiculaires à sa direction qui devaient exister aussi chez le Mylodon et qu'on retrouve chez les Pangolins (1).

L'agencement des circonvolutions du Mylodon reproduit exactement le type des Paresseux vivants, seulement avec une complication plus grande; l'uniforme régularité des plis de l'Unau fait place à des éminences, à des dépressions qui masquent un peu, sur le moule de la cavité crânienne, le nombre et la disposition des circonvolutions. On distingue très-bien quatre bandes longitudinales; seulement, à l'inverse des Paresseux où la plus interne est en saillie tandis que les autres s'abaissent légèrement vers le côté, c'est ici la troisième qui s'élève au-dessus des autres, et d'où part une double inclinaison, l'une en dehors, l'autre en dedans vers la scissure médiane. Les trois bandes les plus externes projetées en avant forment de chaque côté du front une proéminence qui donne au cerveau du Mylodon un aspect tout spécial. La première bande, la plus interne, se continue par la circonvolution frontale qui vient passer sous cette éminence. La circonvolution courbe est large, bien dessinée, coupée de sillons transversaux; elle descend en arrière sur le lobe de l'Hippocampe et le cache

(1) On peut se demander s'il n'y a pas une relation entre la présence de ces sillons et le raccourcissement antéro-postérieur de l'encéphale, déjà prononcé chez l'Aï, et que le Pangolin offre au plus haut degré. — Leuret prétend que les circonvolutions de l'Unau et de l'Aï ont quelque ressemblance avec celles du Chat (*loc. cit.*, p. 384). Nous pensons au contraire qu'elles s'en distinguent de la manière la plus nette et la plus absolue par l'existence, chez le Chat, de la scissure cruciale (de Rolando), qui n'existe *jamais* chez les Édentés. On pourrait, avec plus de raison, trouver dans le Paradoxure type une disposition des plis cérébraux assez analogue à celle de l'Aï; toutefois le paradoxure n'a pas cette circonvolution frontale transversalement dirigée, qui paraît caractéristique des Paresseux.

en partie; elle environne un espace très-déprimé auquel correspond une forte saillie de la paroi crânienne. Il y a, comme chez les Paresseux, un collet très-apparent à la naissance du bulbe olfactif en dessus.

Pangolin.

Le seul cerveau de Pangolin adulte que possède le Muséum, appartient probablement à l'espèce *pentadactyla* (1). Il a dû subir une légère déformation, toute la partie antérieure et supérieure est un peu déprimée comme s'il avait reposé frais sur la face convexe des hémisphères. Les plis cérébraux offrent au premier aspect une sorte de confusion plus grande que chez aucun autre Édenté; toutefois, le rapprochement avec le cerveau de l'Unau et de l'Aï, surtout la comparaison avec l'encéphale d'individus en bas âge (2), permettent d'arriver assez bien à la détermination exacte des circonvolutions (pl. IV, fig. 5-9).

Le premier pli longitudinal est irrégulier, étroit si on le compare au second. Il présente vers le milieu de sa longueur, sur la ligne médiane, une légère incisure, mais celle-ci est beaucoup plus en arrière que la place où on trouve habituellement la scissure de Rolando. La première bande se reploie presque à angle droit, comme chez les Paresseux, pour devenir la circonvolution frontale. La seconde descend en arrière border l'hémisphère; en avant, elle s'élargit, et semble contournée sur elle-même, du moins chez l'adulte : de très-bonne heure elle a en avant un diamètre double de celui qu'elle offre en arrière.

La circonvolution courbe est à la fois très-large et très-courte, toute la moitié antérieure semble faire défaut; en arrière elle est représentée par deux ou trois éminences que séparent des sillons rayonnant d'une région déprimée comme celle qu'on voit chez les Paresseux, mais beaucoup plus étroite. Il n'y a pas de circonvolution courbe accessoire. Le collet n'existe pas non plus (3).

(1) Il porte pour toute indication, dans la Galerie du Muséum : « Pangolin mâle, janvier 1850 ». Il paraît avoir échappé à M. Dareste : ce n'est pas, bien évidemment, le cerveau de Pangolin dont il parle comme en trop mauvais état pour fournir des indications précises. (Voy. ci-dessus, p. 6.)

(2) Voy. plus loin, Développement.

(3) Leuret, *loc. cit.*, p. 384, dit que le cerveau du Pangolin a quelque analogie

Fourmiliers. — Oryctérope.

Les Fourmiliers et l'Oryctérope constituent un groupe à part sous le rapport de l'agencement des circonvolutions aussi bien que de la forme générale de l'encéphale : l'allongement des hémisphères, la diminution progressive du diamètre transversal, modifient tout à coup les connexions de la circonvolution sus-orbitaire (pl. V, fig. 1-4).

Nous prendrons pour exemple le cerveau du Tamandua qui se prête mieux que celui du Tamanoir à la description : les circonvolutions y sont plus simples, tout en conservant exactement le même type. Il y a d'abord une première bande longitudinale très-large, limitée en dehors par un sillon onduleux comme chez l'Aï, mais relativement moins profond. En arrière, cette bande s'incurve pour limiter une partie du bord postérieur de l'hémisphère; en avant, elle se reploie sur elle-même à angle aigu pour devenir la circonvolution sus-orbitaire qui appartient ici exclusivement à la face latérale du cerveau. Il y a une seconde bande longitudinale très-courte, bornée aux deux extrémités par les deux portions réfléchies de la première.

En arrière et au-dessus du lobe de l'Hippocampe, on trouve une surface triangulaire dépourvue de circonvolutions, qui représente le lobe sphénoïdal. Un léger sillon descendant vers la face inférieure du lobe de l'Hippocampe, la limite en dessous; un autre sillon, dernier vestige de la scissure de Sylvius, l'isole, en dessus, de la deuxième bande longitudinale; c'est là que vient se placer l'artère cérébrale moyenne.

Chez le Tamanoir (1), la première bande longitudinale a les

avec celui de la Genette ; ceci est en partie vrai. Toutefois, chez elle, le pli frontal ne fait pas un angle droit avec le premier pli longitudinal, ce qui est un caractère très-particulier aux Paresseux et aux Pangolins. Le petit volume des bulbes olfactifs de la Genette préviendrait d'ailleurs toute confusion. — Il est plus difficile de comprendre, ou plutôt on ne s'explique que par l'état des pièces que M. Dareste a eues sous les yeux comment il a pu retrouver dans le Pangolin le type des Ruminants. Voy. *Troisième mémoire sur les circonvolutions du cerveau chez les Mammifères* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. III, p. 100. 1855).

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Quatrième mémoire.

mêmes rapports ; elle est seulement plus accusée et plus uniforme d'une extrémité à l'autre. Une particularité intéressante, c'est qu'avant la circonvolution frontale elle envoie sur l'hémisphère, à angle droit, une sorte de contre-fort. Cette disposition, répétée de chaque côté, dessine sur le cerveau du Tamanoir une croix en relief, dans la région même où la scissure de Rolando, chez les Carnassiers, trace au contraire un profond sillon crucial. L'existence de ce contre-fort a pour effet de raccourcir d'autant la longueur de la seconde bande longitudinale ; inversement celle-ci gagne beaucoup en largeur, et un sillon, parallèle à la scissure de Sylvius, la transforme en deux bandes obliques. La surface du lobe sphénoïdal est coupée de même, de haut en bas, par un sillon parallèle au bord postérieur de l'hémisphère et partagée ainsi en deux bandes verticales.

Quant à l'Oryctérope, la profondeur des empreintes que son cerveau laisse sur les os du crâne, la perfection du moule qu'on en peut tirer, suffisaient à nous renseigner exactement. Nous avons eu de plus, sous les yeux, le cerveau d'un fœtus long de 310 millimètres de l'extrémité du museau à la naissance de la queue, qui existe dans la Galerie d'anatomie comparée (1). Nous supposons qu'il devait, ayant cette taille, être arrivé à peu près au milieu du temps de la gestation. La peau est très-épaisse, sillonnée de plis profonds ; elle est encore nue, excepté dans quelques endroits, tels que la marge des fosses nasales, l'entour de l'œil et le bord radial de la main. L'encéphale, mis à découvert, a tous les traits de celui des Fourmiliers ; la forme générale des hémisphères, du cervelet, des bulbes olfactifs, est la même ; sur la face supérieure de ceux-ci, le nerf ethmoïdal suit un trajet identique. Quant aux circonvolutions, leur analogie est complète avec celles du Tamandua.

Chez l'adulte, la ressemblance paraît plus grande avec le Tamanoir. Les circonvolutions sont seulement plus larges, plus accentuées. La première bande longitudinale envoie sur l'hémisphère, au-dessus de la circonvolution sus-orbitaire, une expansion qu

(1) Galerie d'anatomie. IX, 2241. Voy. plus loin, Développement.

rappelle ce qu'on trouve chez le grand Fourmilier. La seconde bande est très-courte et paraît se confondre en avant avec cette expansion. La surface qui répond au lobe sphénoïdal est couverte d'éminences et de dépressions. Le sillon qui la limite en dessus (scissure de Sylvius) est très-marqué. Le sillon inférieur est le prolongement de celui qui borde en dessus la circonvolution frontale; le lobe de l'Hippocampe présente trois bandes saillantes parallèles à ce sillon.

Tatous.

Les Tatous forment parmi les Édentés une famille très-distincte sous le rapport de ses circonvolutions. Ils n'en ont en réalité, à la surface du cerveau, qu'une seule, la sus-orbitaire. Toutefois, ils ont aussi une circonvolution de l'ourlet, de plus le lobe sphénoïdal est parfaitement limité par de profonds sillons : ces deux particularités les distinguent nettement du Dionyx, en dehors des autres caractères tirés de la forme générale de l'encéphale (pl. V, fig. 6 et pl. VI).

Le moulage de la cavité crânienne du Priodon ne nous a rien offert qui le distinguât de l'Encoubert et du Cachicame. Chez l'Encoubert, que nous prenons pour type, on trouve de chaque côté un long et profond sillon qui commence dans le voisinage de l'angle antérieur de l'hémisphère, et va de là gagner presque horizontalement le bord postérieur ; il limite le pli frontal en dessus, et plus loin le lobe sphénoïdal en dessous comme chez l'Oryctérope. Le pli frontal se perd sur le côté ; quant au lobe sphénoïdal, il a pour limite, d'autre part, un sillon non moins profond qui descend obliquement de l'extrémité postérieure de la scissure médiane rejoindre le premier. Parallèlement à ce sillon, on voit sur l'hémisphère une légère dépression qui indique, plutôt qu'elle ne dessine, deux bandes obliques.

Sur un jeune Cachicame, long de $0^{m},19$ depuis l'extrémité du museau jusqu'à la naissance de la queue, nous retrouvons les mêmes dispositions simplement modifiées par l'espèce de compression que le cerveau de cette variété de Tatous semble avoir subie d'avant en arrière.

Glyptodon.

Le moule de la cavité crânienne du Glyptodon ne fournit aucune indication précise sur les circonvolutions qu'il pouvait avoir (pl. II). Il semble seulement que le sillon qui limitait en dessous le lobe frontal devait remonter sur le côté du cerveau, de manière à limiter en dessus le lobe sphénoïdal. Cette disposition, si elle existait, était en quelque sorte l'inverse de ce qu'on voit chez les Tatous. Toutefois, on remarquera que chez l'Encoubert le sillon inférieur de la circonvolution sus-orbitaire et le sillon supérieur du lobe sphénoïdal, quoique interrompus par le grand sillon oblique, se font suite à distance : c'est au moins un indice de la disposition que nous supposons avoir été celle du Glyptodon, chez lequel nous ne retrouvons aucune trace du grand sillon oblique qu'offrent les Tatous vivants.

Dionyx.

Le Dionyx devrait occuper, par la rareté de ses circonvolutions, la dernière place parmi les Édentés, tandis que la forme globuleuse de son cerveau lui assigne manifestement un rang près des Paresseux. Seul, de tous les Édentés, il n'a pas de circonvolution de l'ourlet; mais il a un pli sus-orbitaire, en sorte qu'il est inexact de le donner pour un animal à cerveau entièrement lisse, comme beaucoup de Rongeurs, d'Insectivores, de Chéiroptères et de Marsupiaux. La figure de Tiedemann (1) paraît avoir consacré et propagé l'opinion contraire. Dans son premier mémoire, en 1852, M. Dareste cite le cerveau du Dionyx comme dépourvu de circonvolutions, d'après Tiedemann. Il revient encore sur ce sujet dans son second mémoire de 1854, s'appuyant toujours sur l'autorité de Tiedemann et de Leuret. Nous avons pu constater, à la partie antérieure et externe du cerveau du Dionyx, l'existence d'un sillon profond et très-nettement accentué, qui délimite en dessus la circonvolution frontale; il naît près de la scissure médiane en avant, et vient mourir sur les côtés de l'encéphale. Il y a aussi un collet à la naissance du bulbe olfactif (pl. IV, fig. 1-4).

(1) *Icones cerebri simiarum.*

(La suite à un prochain numéro.)

RECHERCHES

SUR LE

MÉCANISME DU VOL DES INSECTES

Par M. E. J. MAREY,
Chargé de cours au Collége de France.

Les zoologistes n'ont pas encore réussi à déterminer le mécanisme du vol des insectes. Un ouvrage récent et très-consciencieux, le livre publié par M. Blanchard, sous ce titre : *Métamorphoses, mœurs et instincts des insectes*, ne fournit aucun document sur ce sujet. L'auteur avoue même que, « malgré les efforts des na- » turalistes, aucune explication satisfaisante du vol n'a pu être » donnée. »

Un cite sur ce sujet un travail fort étendu de Chabrier (de Montpellier), mais ce n'est qu'une longue et minutieuse description anatomique des différentes pièces qui constituent l'appareil alaire chez les diverses espèces animales. De temps en temps l'auteur émet sur le mécanisme du vol quelques idées qui ne supportent pas un sérieux examen. J'aurai plus tard à citer les études de différents auteurs sur le vol des insectes et celui des oiseaux ; ce seront surtout des observations et des vues théoriques trop peu appuyées d'expériences.

Il m'a semblé qu'on pouvait soumettre cette question à une étude expérimentale très-rigoureuse, et que par la combinaison de diverses méthodes, on pouvait avancer beaucoup la solution de ce problème. Les premières questions qui se posent, et que j'ai tenté de résoudre, sont les suivantes :

1° Quelle est la fréquence du mouvement de l'aile chez les insectes ?

2° Quelles sont les différentes positions successives que l'aile occupe en exécutant sa révolution complète ?

3° Comment se développe la force motrice qui transporte le corps de l'animal ?

A. *La fréquence des mouvements de l'aile* varie avec l'espèce d'insecte qu'on étudie. L'oreille entend un son aigu pendant le vol des moustiques et de certaines mouches ; le son est plus grave pour le vol de l'abeille et du bourdon ; plus grave encore pour les macroglosses et les sphynx. Quant aux autres lépidoptères, ils ont en général un vol silencieux par suite de la rareté des battements de leurs ailes.

Il est bien difficile d'estimer, d'après la tonalité du son que produit un insecte en volant, la fréquence absolue des battements de ses ailes. Cela tient, d'une part, au peu de fixité de la tonalité du son qui se produit alors, et qui, suivant la rapidité du vol, passe à chaque instant du grave à l'aigu. D'autre part, il est difficile d'assigner la part qui revient à chacune des ailes dans la production du son. Les mouvements des deux ailes sont-ils synchrones et se confondent-ils dans un unisson parfait, ou bien sont-ils alternants et s'ajoutent-ils pour donner comme tonalité résultante l'*octave aiguë* du son rendu par chacune des ailes ? Enfin, l'aile d'un insecte, dans sa révolution, ne subit-elle pas, par son frôlement sur l'air dans lequel elle s'agite, des vibrations sonores beaucoup plus nombreuses que chacune des révolutions complètes qu'elle accomplit ?

La méthode graphique fournit une solution simple et précise de la question qui nous occupe, et permet d'évaluer, à un battement près, le nombre des mouvements que l'aile d'un insecte produit à chaque seconde.

Expérience. — Sur un cylindre de 42 centimètres de circonférence, on étend une feuille de papier que l'on noircit à la fumée d'une bougie. Ce cylindre, mû par un mouvement d'horlogerie, muni d'un régulateur de Foucault, tourne uniformément sur lui-même avec une vitesse d'un tour en une seconde et demie.

On prend alors avec une pince délicate l'insecte dont on veut étudier les mouvements alaires au point de vue de la fréquence, et, saisissant l'animal par la partie inférieure de l'abdomen, on le place de telle sorte que l'une des ailes, à chacun de ses mouvements, vienne légèrement frôler contre le papier noirci. Chacun de ces contacts enlève le noir de fumée qui recouvrait le papier,

et comme le cylindre tourne, des points nouveaux se présentent sans cesse au contact de l'aile de l'insecte. On obtient ainsi une figure d'une régularité parfaite si l'insecte a été maintenu dans une position bien fixe. Ces figures, dont nous donnons quelques spécimens, diffèrent suivant que le contact de l'aile avec le papier a été plus ou moins étendu. Si le contact est très-léger, on obtint une série de points ou de courtes hâchures comme dans la figure 1.



Fig. 1. — Montrant la fréquence des battements de l'aile chez un bourdon (les trois lignes supérieures) et chez une abeille (la ligne ponctuée inférieure). — La ligne quatrième est produite par les vibrations d'un diapason muni d'un style qui exécute 250 vibrations doubles par seconde.

Un contact plus étendu de l'aile laisse une trace plus compliquée, dans laquelle, toutefois, on reconnaît d'une manière évidente que le même rhythme se reproduit sans cesse ; de sorte que si l'on regarde les points homologues, par exemple les longues hâchures de la figure 2 ou les petits points qui la dominent, on



Fig. 2. — Graphique produit par l'aile d'un bourdon frottant un peu plus fortement sur le papier que dans l'expérience précédente.

voit que ces signes sont de même nombre pour une longueur donnée du graphique ; qu'ils sont équidistants entre eux et que chacun d'eux est manifestement produit par le retour de l'aile à une même position après une révolution complète.

Il serait donc facile, sachant que le cylindre fait un tour en une seconde et demie, de voir combien de révolutions de l'aile sont ainsi notées sur la circonférence totale du cylindre. Mais il

est encore plus commode et plus sûr de se servir du diapason chronographe, et d'enregistrer, à côté de la figure tracée par l'insecte, les vibrations du style dont ce diapason est muni.

La figure 1 montre, à côté du graphique produit par l'aile d'un bourdon, celui des vibrations d'un diapason qui, 250 fois à chaque seconde, exécute une double oscillation. Le diapason servant à évaluer les durées qui correspondent à une longueur quelconque du graphique, permet de déterminer que l'aile du bourdon exécutait de 240 à 260 révolutions complètes par seconde.

Causes qui modifient la fréquence des mouvements alaires. Frottements. — Ce qu'on sait de l'influence des résistances sur la rapidité des mouvements que produisent les animaux devait faire penser que l'aile qui frotte sur le cylindre n'a pas la rapidité normale de ses mouvements, et que ses révolutions sont d'autant moins nombreuses que le frottement est plus fort. L'expérience a confirmé ces vues. Un insecte exécutant les mouvements du vol en frottant assez fortement son aile sur le papier a fourni 240 mouvements par seconde ; en diminuant de plus en plus les contacts de l'aile avec le cylindre, j'ai obtenu des nombres de plus en plus grands : 282, 305 et 321. Ce dernier chiffre doit exprimer sensiblement la vitesse de l'aile qui se meut en liberté, car le graphique ne s'accusait plus que par une série de points à peine visibles. Au contraire, en frottant plus fortement j'ai vu retomber la fréquence des mouvements de l'aile à 240 et même au-dessous.

Une autre cause de modification, dans la fréquence des mouvements alaires des insectes, c'est l'*amplitude* même de ces mouvements. Je rapproche cette cause de la précédente, car il est naurel d'admettre que les grands mouvements rencontrent dans la resistance de l'air plus d'obstacle que les petits.

Quand on tient une mouche ou un bourdon au bout de sa pince de la façon que j'ai indiquée, on voit que l'animal exécute parfois de grands mouvements de vol : on entend alors un son grave ; tandis que parfois son aile n'est animée que d'un très-léger frémissement qui rend au contraire un son fort aigu. Ce que l'oreille révèle sur la différence de fréquence des battements que l'animal

peut imprimer à ses ailes, lorsque rien n'entrave leurs mouvements, est entièrement confirmé par les expériences que j'ai faites au moyen du graphique. Saisissant les moments de grand vol ou de frémissement alaire, j'ai enregistré ces deux sortes de mouvements et j'ai trouvé que la fréquence varie dans des limites très-étendues, à peu près dans le rapport de 1 à 3, la moindre fréquence appartenant aux mouvements de grande amplitude.

Les *différentes espèces* d'insectes sur lesquelles j'ai expérimenté, m'ont présenté aussi de très-grandes variations dans la fréquence des mouvements alaires. J'ai cherché autant que possible à comparer ces espèces entre elles dans des conditions semblables, c'est-à-dire pendant le grand vol, avec peu de frottement de l'aile sur le cylindre. Voici les chiffres que j'ai obtenus comme expression de la fréquence des révolutions alaires par seconde dans différentes espèces :

Mouche commune	330
Bourdon	240
Abeille	190
Guêpe	110
Macroglosse du caille-lait	72
Libellule	28
Papillon. Piéride du chou	9

Des pluies abondantes et la saison déjà avancée ne m'ont pas permis d'expérimenter sur de plus nombreuses espèces; on voit pourtant par ce tableau quels écarts considérables présentent entre elles les différentes espèces d'insectes. Il sera intéressant de reprendre ces expériences sur un grand nombre d'espèces bien déterminées.

J'ajoute que, pour une même espèce, la fréquence des mouvements a peu varié, sauf le cas où l'animal était fatigué par une expérience très-prolongée; les mouvements de ses ailes se ralentissaient alors, et leur fréquence tombait au quart ou au cinquième de son chiffre normal. Si l'on rendait alors la liberté à l'insecte il tombait à terre ou n'exécutait plus qu'un vol lent et de courte durée.

Synchronisme des mouvements des deux ailes. — Dans le grand vol des insectes, les ailes s'élèvent très-fortement et vien-

nent presque au contact l'une de l'autre au-dessus de la région dorsale de l'animal. On peut donc, en orientant convenablement l'insecte, de façon que le plan antéro-postérieur qui le diviserait soit bien perpendiculaire à l'axe du cylindre, obtenir un graphique simultané des mouvements des deux ailes. Ces graphiques sont particulièrement faciles à obtenir dans le cas de simple frémissement alaire. Dans tous les cas, on y trouve la preuve du parfait synchronisme des révolutions des deux ailes, chacune arrivant au sommet de sa course en même temps que l'autre. La figure 3 fournit un spécimen des tracés ainsi obtenus.



FIG. 3. — Graphique simultané des mouvements des deux ailes d'un bourdon dans le petit vol. (On voit le synchronisme parfait du mouvement des deux ailes.)

Du reste, on peut se convaincre qu'il existe une sorte de solidarité nécessaire entre les mouvements des deux ailes. Si on lance violemment un insecte contre le sol, de manière qu'il soit étourdi par cette commotion violente et ne puisse plus exécuter de mouvements volontaires, on voit, en imprimant des mouvements à l'une des ailes, que celle de l'autre côté suit jusqu'à un certain point les mouvements imprimés à sa congénère ; si l'on écarte une aile du corps de l'animal, l'autre s'écarte aussi ; si on la porte en haut, l'autre s'élève. Certaines espèces, la guêpe, par exemple, m'ont paru se prêter très-bien à cette expérience.

Toutefois, dans le vol captif, certains insectes peuvent exécuter de grands mouvements de l'une de leurs ailes, tandis que l'autre n'exécute que de petites vibrations. La mouche carnassière, par exemple, affecte ordinairement ce genre de vol alternatif ; rarement ses deux ailes se meuvent à la fois. La brusquerie et l'imprévu de ces alternatives, les déviations violentes qu'elles impriment à l'axe du corps de l'animal, m'ont empêché de recueillir le graphique simultané du mouvement des deux ailes et de savoir si, malgré l'inégale amplitude des mouvements, le synchronisme persiste dans ces conditions. Sauf cette exception, qui n'existe peut-être que

dans les conditions artificielles où j'avais placé l'animal, les mouvements des deux ailes symétriques des insectes m'ont toujours paru coïncider exactement entre eux.

B. *Des différentes positions que prend l'aile d'un insecte à chacune de ses révolutions pendant le vol.*— Les figures que nous venons de voir montrent la périodicité régulière des mouvements du vol de l'insecte, mais elles font voir aussi que le graphique ne saurait représenter la totalité du parcours de l'aile, car celle-ci ne saurait être tangente à une assez grande partie de la surface du cylindre. Quels que soient les mouvements que l'aile décrive, sa pointe se meut évidemment sur la surface d'une sphère qui aurait pour rayon la longueur de l'aile, et dont le centre serait placé au point d'attache de cet organe avec le *mésothorax*. Or, une sphère ne peut être tangente qu'en un point avec une surface plane ou convexe ; aussi n'obtient-on, pour une série de révolutions de l'aile, qu'une série de points, si le cylindre tournant n'est que tangent à la pointe de l'aile. Les graphiques plus compliqués ne sont obtenus que par des contacts plus étendus dans lesquels l'aile se plie et frotte par une partie de ses faces ou de ses bords.

Je dirai plus tard comment j'ai tiré parti de la méthode graphique pour déterminer les mouvement de l'aile ; mais je vais indiquer d'abord, pour la clarté de l'exposition, les résultats obtenus par une autre méthode.

1. *Méthode optique pour la détermination des mouvements de l'aile.* — Une fois bien convaincu de la périodicité régulière des mouvements de l'aile des insectes, d'après les expériences précédentes, je pensai qu'on pouvait par la vue déterminer la nature du mouvement. En effet, si l'on pouvait attacher à l'extrémité de l'aile une paillette brillante, cette paillette parcourant sans cesse les mêmes points de l'espace laisserait une trace lumineuse qui devrait reproduire une figure régulière complète et dépourvue de la déformation que peut donner le frottement à la surface du cylindre. Cette méthode optique a du reste été déjà employée pour un usage analogue, par Wheatstone qui, terminant par des boules métalliques brillantes des verges à vibrations complexes,

obtenait des figures lumineuses variant avec les différentes combinaisons des mouvements vibratoires.

J'eus d'abord quelques difficultés à agglutiner à l'aile des insectes des corps brillants, même très-légers ; la brusquerie des mouvements est telle qu'elle projettait au loin ces petites masses. Toutefois, je réussis à fixer au bout de l'aile des parcelles de cire à cacheter blanche, préalablement fondues sur une pointe d'aiguille ; le refroidissement de la cire est assez rapide pour que l'insecte ne puisse pas décoller ce petit corps. La cire, par sa blancheur, fournit, lorsqu'on se place au soleil et sous une incidence convenable, une figure saisissable du mouvement de l'aile. Mais il faut avoir soin de ne mettre que très-peu de cire, sans quoi l'aile est trop chargée et n'exécute que des mouvements faibles ou très-déformés. Les images lumineuses sont encore plus nettes si l'on réussit à fixer, au moyen de vernis, une paillette d'or battu à la pointe de l'aile. Dans ces conditions, j'obtins la figure suivante :

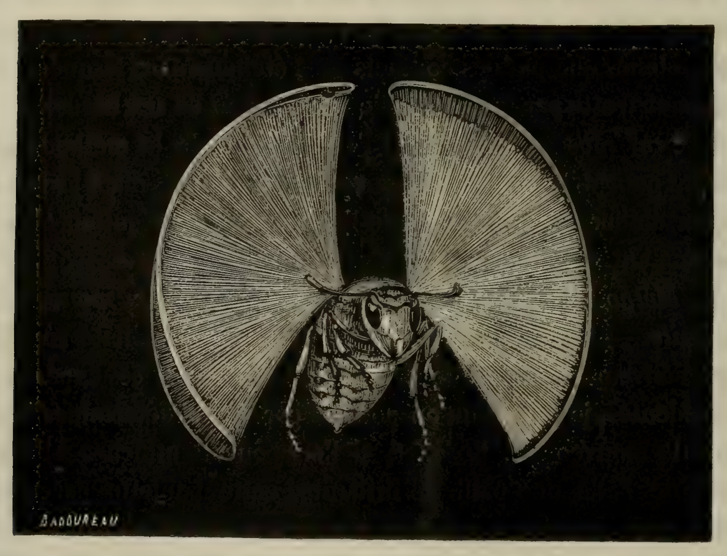


FIG. 4. — Aspect d'une guêpe à laquelle on a doré l'extrémité des deux grandes ailes. L'animal est supposé placé dans un rayon de soleil.

Cette figure montre que la pointe de l'aile décrit un huit de chiffre très-allongé, parfois même l'aile semble se mouvoir absolument dans un plan, puis, l'instant d'après, on voit s'ouvrir

davantage les boucles terminales qui forment le 8. Quand cette ouverture devient plus large, en général une des boucles prédomine sur l'autre; c'est parfois la boucle supérieure qui s'accroît et l'inférieure qui diminue. Enfin, par une ouverture plus large encore, la figure se transforme quelquefois en une ellipse irrégulière, mais à l'extrémité de laquelle il m'a semblé reconnaître un vestige de la seconde boucle.

Il m'a semblé que le type elliptique ne s'obtenait que lorsqu'on a trop chargé l'aile de l'insecte. En effet, l'autre aile qui n'est pas chargée se meut, pendant ce temps, sans présenter une ouverture aussi large. En outre, ces figures elliptiques se produisent surtout quand l'insecte fait de violents efforts de vol, ce que l'on provoque sur les macroglosses par le contact des antennes ; chez les guêpes, par la titillation des pattes, etc.

Changements de plan de l'aile. — La figure lumineuse que donne dans ses mouvements l'aile dorée d'un insecte, montre encore que pendant les mouvements alternatifs du vol, le plan de l'aile change d'inclinaison par rapport à l'axe du corps de l'insecte, et que la face supérieure de cette aile regarde un peu en arrière pendant la période d'ascension, tandis qu'elle regarde un peu en avant pendant la descente.

En effet, si l'on dore une grande étendue de la face supérieure de l'aile d'une guêpe, en ayant soin que la dorure soit bien limitée à cette face, on voit que l'animal, placé dans un rayon de soleil, donne la figure du 8 avec une intensité très-inégale dans les deux moitiés de l'image, ainsi qu'on le voit figure 4. Le caractère d'imprimerie 8, ici représenté, donne une idée du phénomène qui se produit alors, si l'on considère le trait plein de ce caractère comme correspondant à la partie très-éclatante de l'image et le trait délié comme correspondant à la partie peu brillante.

Il est évident que la cause de ce phénomène réside dans un changement du plan de l'aile, changement par suite duquel l'incidence des rayons solaires, favorable pour leur réflexion pendant la période d'ascension est défavorable pendant la descente. Si on retourne l'animal de façon à observer en sens inverse la figure lumineuse, le huit de chiffre présente en sens inverse l'inégal éclat

de ses deux moitiés, devient brillant dans la portion qui tout à l'heure présentait peu d'éclat et réciproquement.

Nous trouverons plus loin, dans l'emploi de la méthode graphique, de nouvelles preuves de ces changements du plan de l'aile des insectes pendant le vol. Ce changement de plan est d'une grande importance, car c'est en lui que me semble résider la cause prochaine de la force motrice qui déplace le corps de l'animal.

2. *Méthode des contacts.* — Pour contrôler les expériences précédentes et pour m'assurer encore mieux de la réalité des déplacements de l'aile que la méthode optique rend perceptibles, j'ai introduit l'extrémité d'un petit poinçon dans l'intérieur des boucles du huit de chiffre dont je viens de parler, et j'ai constaté que, dans l'intérieur de ces courbes, il existe réellement des espaces libres en forme d'entonnoir, dans lesquels le poinçon pénètre sans rencontrer l'aile, tandis que si l'on veut franchir l'intersection où les lignes se croisent, l'aile vient aussitôt battre contre le poinçon et le vol est interrompu.

3. *Méthode graphique.* — Les expériences précédentes simplifient beaucoup l'interprétation des graphiques que l'on obtient par le frôlement de l'aile d'un insecte contre le cylindre noirci, et bien que les figures ainsi obtenues soient incomplètes le plus souvent, on peut, avec leurs éléments épars, reconstituer la figure que la méthode optique nous a indiquée.

On remarque d'abord que, sans gêner sensiblement les mouvements du vol, on peut obtenir des graphiques de 7 à 8 millimètres de largeur quand l'aile est un peu longue. La flexion légère que subit l'aile lui permet de rester en contact avec le cylindre dans cette étendue ; on obtient donc un graphique partiel du mouvement. Or, si l'on prend soin de produire le contact de l'aile avec le cylindre dans des points différents du parcours de l'organe, on obtient une série de graphiques partiels qui se complètent les uns les autres et qui permettent de déduire la forme qu'aurait le graphique complet d'une révolution alaire. Supposons que, dans la figure 4, la courbe décrite par l'aile dorée soit divisée par des lignes transversales en trois zones : l'une supérieure, formée par la boucle du haut; l'autre moyenne, comprenant l'entrecroise-

ment des deux branches du 8 formant une sorte d'X; l'autre inférieure, comprenant la boucle du bas.

En enregistrant les graphiques de la zone moyenne, on obtient des figures assez semblables entre elles, et dans lesquelles des lignes obliques, l'une par rapport à l'autre, se coupent entre elles. Il en est ainsi, dans la figure 5, région moyenne du graphique d'une

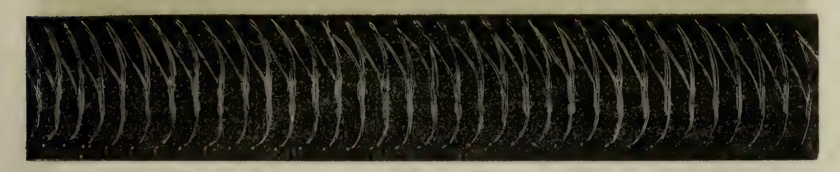


Fig. 5. — Graphique de la région moyenne du parcours de l'aile d'une abeille, montrant l'entrecroisement des deux branches du 8. L'une des branches se prolonge assez bas, toutefois le graphique de la boucle inférieure n'a pas pu se produire.

abeille, et dans la figure 6, région moyenne du graphique d'un macroglosse, du caille-lait.

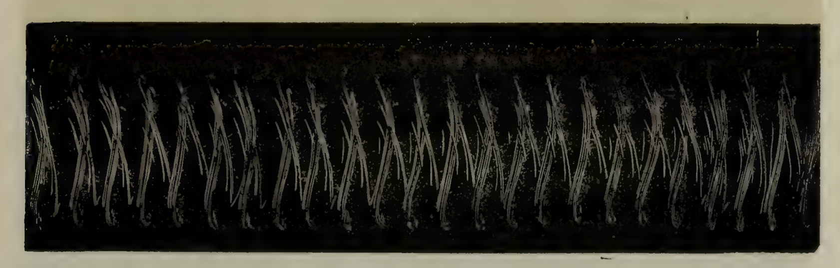


Fig. 6. — Graphique de la zone moyenne du parcours de l'aile d'un macroglosse du caille-lait. Les traits multiples dont ce graphique est formé tiennent à ce que l'extrémité de l'aile est frangée et présente des pointes multiples.

Les graphiques de la zone supérieure de la révolution alaire donnent des graphiques analogues à celui de la figure 7 dans lesquels sont bien visibles les boucles supérieures du huit de chiffre.

Enfin, les graphiques de la zone qui correspond au parcours inférieur de l'aile donnent également des boucles comme celles de l'arc supérieur (la figure 8 en montre un spécimen), de sorte que le huit de chiffre peut se reconstruire par le rapprochement des trois fragments de son graphique successivement obtenus.

Si l'on pouvait recueillir tout entier, d'une seule fois, le tracé d'une aile d'insecte, on aurait donc une figure identique avec celle



Fig. 7. — Cette figure montre, dans le graphique d'une guêpe, la boucle supérieure et toute l'étendue d'une des branches du 8. La partie moyenne de cette branche est seulement ponctuée à cause du faible frottement de l'aile.

que notre savant acousticien Kœnig a obtenue le premier avec une verge de Wheatstone accordée à l'octave, c'est-à-dire décri-

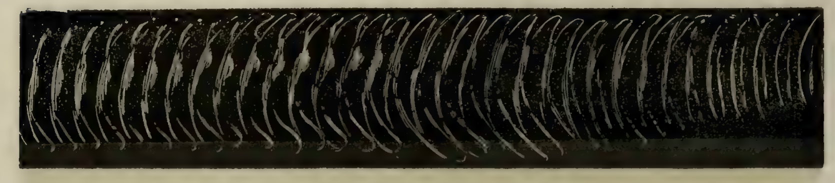


Fig. 8. — Graphique de l'aile d'une guêpe ; on y voit nettement plusieurs des boucles inférieures. (Ce graphique est obtenu en tenant l'insecte de façon à frotter le cylindre par la partie postérieure de la pointe de l'aile, ce qui donne des graphiques très-étendus.)

vant un 8 dans l'espace. Cette figure-type, nous la représentons ci-dessous.

On va voir que la méthode graphique se prête à d'autres expé-

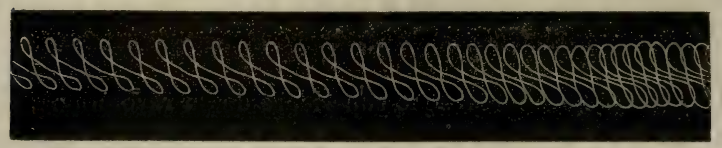


Fig. 9. — Graphique d'une verge de Wheatstone accordée à l'octave, c'est-à-dire vibrant deux fois transversalement pour chaque vibration longitudinale (figure empruntée à R. Kœnig). Le ralentissement du cylindre produit la condensation de la fin du graphique.

riences destinées à vérifier celles que nous avons déjà passées en revue. En faisant varier l'incidence de l'aile sur le cylindre tournant, on peut prévoir à l'avance quel sera le graphique obtenu

si l'aile décrit réellement un huit de chiffre, et, si la figure tracée par l'insecte volant dans ces différentes attitudes est conforme aux prévisions, on aura une démonstration nouvelle de la réalité de ce mouvement.

Supposons que l'aile de l'insecte, au lieu de toucher le cylindre par sa pointe, comme nous l'avons vu tout à l'heure, le touche par un de ses bords, et admettons pour un instant que le huit de chiffre décrit par l'aile soit tellement allongé qu'il s'écarte très-peu du plan qui passerait par l'axe vertical de cette figure ; alors, pour peu que nous pressions l'aile contre le cylindre, le contact sera constant et le graphique non interrompu ; mais la figure



Fig. 10. — Graphique obtenu avec l'aile d'une abeille oscillant dans un plan sensiblement tangent à la génératrice du cylindre de l'enregistreur.

obtenue ne sera plus celle du 8 ; ce sera, si le cylindre est immobile, un arc de cercle dont la concavité sera tournée du côté du point d'implantation de l'aile, point qui occupera précisément le



Fig. 11. — Graphique d'une abeille avec un peu d'inclinaison du plan d'oscillation de l'aile avec la surface du cylindre ; le contact est moins parfait que dans la figure précédente. On voit ici la transition qui conduit à la figure 7.

centre de la courbe décrite. Si le cylindre tourne, la figure se déploiera comme le fait l'oscillation d'un diapason enregistrée dans les mêmes conditions, et l'on obtiendra un graphique plus ou moins approché de celui qui est représenté figures 10 et 11.

Cette forme, que la théorie faisait prévoir, se retrouve toutes les

fois que le plan dans lequel l'aile se meut est rendu tangent à la génératrice du cylindre.

Mais en examinant ces graphiques, il est facile d'y reconnaître des *changements dans l'épaisseur du trait*, des parties qui semblent faites par une friction plus ou moins forte de l'aile sur le cylindre ; c'est précisément là que réside une preuve nouvelle de l'existence du mouvement en huit de chiffre, ainsi que je vais le montrer par une contre-épreuve synthétique.

Prenons une verge de Wheatstone accordée à l'octave ; munissons-la d'une aile d'insecte en guise de style et traçons sur un cylindre les vibrations qu'elle exécute. Nous obtiendrons, si le cylindre est immobile, des figures en 8 lorsque l'aile touche le cylindre par sa pointe perpendiculairement appliquée sur sa surface, et si le cylindre tourne, on aura des 8 déployés comme dans la figure 9.

On peut, avec une verge accordée à l'octave, obtenir des graphiques identiques avec ceux que donne l'insecte, ainsi qu'on en jugera par la comparaison des deux figures suivantes :

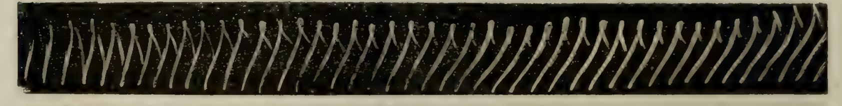


FIG. 12. — Graphique d'une guêpe ; on a orienté l'animal de façon que son aile touche le cylindre par sa pointe et trace surtout la boucle supérieure du 8.



FIG. 13. — Graphique d'une verge de Wheatstone accordée à l'octave et orientée de manière à enregistrer surtout la boucle supérieure du 8.

Mais si l'aile est amenée dans une autre position, de manière qu'elle soit tangente au cylindre par un de ses bords, le graphique donnera un arc de cercle comme pour l'insecte (voy. fig. 10 et 11), avec cette différence que l'arc aura un rayon très-long, puisque la verge de Wheatstone a de vingt à trente fois la longueur de

l'aile d'un insecte ; cet arc se confondra donc sensiblement avec une ligne droite. Que le cylindre marche, on aura le graphique d'une vibration pendulaire. Or, ce graphique présente justement le même caractère que nous signalions tout à l'heure dans celui de l'aile de l'insecte tangente latéralement au cylindre ; il est formé par un trait alternativement fort et faible, tenant à ce que la verge, en vibrant, s'approche et s'éloigne tour à tour du papier noirci. Les parties fortement appuyées sont produites au moment où se forment les convexités du huit de chiffre qui regardent du côté du cylindre ; les parties les plus faibles sont produites au moment où se forment les courbes opposées : celles qui sont convexes en dehors du cylindre.

Les figures 14 et 15, qui présentent le même aspect, sont ob-



Fig. 14. — Graphique de l'aile d'une guêpe, tangente par ses parties latérales contr la surface du cylindre ; le contact est graduellement diminué.

tenues toutes deux dans les conditions ci-dessus indiquées, c'est-à-dire en faisant toucher le cylindre par la partie latérale de l'aile



Fig. 15. — Graphique d'une aile d'insecte placée au bout d'une verge de Wheatstone accordée à l'octave. Le frottement se fait par la partie latérale de l'aile.

et non plus par sa pointe. L'une de ces figures est fournie par un insecte, l'autre par une verge de Wheatstone accordée à l'octave.

En diminuant graduellement le contact de l'aile avec le cylindre on arrive à rendre les contacts tout à fait intermittents, surtout lorsque le huit de chiffre est très-ouvert. Ainsi la figure 16

présente une franche intermittence des contacts d'une verge de Wheatstone munie d'une aile de guêpe.

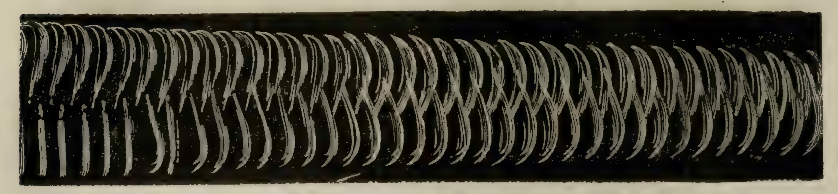


FIG. 16. — Graphique d'une verge de Wheatstone munie d'une aile de guêpe. (Le mouvement de cette verge se fait en sens contraire des graphiques précédents.) Le contact, faible au début de la figure, devient plus complet à la fin.

Une semblable intermittence des contacts se voit aussi dans la figure 17, obtenue avec un macroglosse du caille-lait. Dans cette figure, on voit l'effet de l'arc de cercle décrit par l'aile, ce qui se traduit par une courbure de tous les éléments du graphique.

Il me semble suffisamment établi que dans les grands mouvements de vol, l'aile des insectes que j'ai eu l'occasion d'étudier décrit dans l'espace un huit de chiffre. De plus nous avons vu, à l'inspection de la figure lumineuse que laisse dans l'espace une aile dont la pointe est dorée, que les périodes d'ascension et de descente de l'aile s'accompagnent de changement du plan de cet organe. On peut trouver une nouvelle preuve de ce changement de plan dans la différence d'aspect des deux moitiés du graphique représenté figure 17. Il est évident que les traits de la moitié supérieure, formés chacun d'une série de hachures, sont produits par le contact d'un bord frangé, tandis que les contacts de la partie inférieure sont produits par une autre partie de l'aile qui présente une région dépourvue de franges, et laisse une trace plus blanche à contours mieux définis.

Ces changements de plan n'existent que dans les grands mouvements de l'aile. C'est un fait important à signaler, car il nous mettra sur la voie du mécanisme de leur production. La figure 18 est fournie comme la figure 17 par les mouvements de l'aile d'un macroglosse; mais, par l'effet de la fatigue, ces mouvements avaient perdu presque toute leur amplitude.

On ne voit dans cette figure qu'une série d'oscillations pendu-

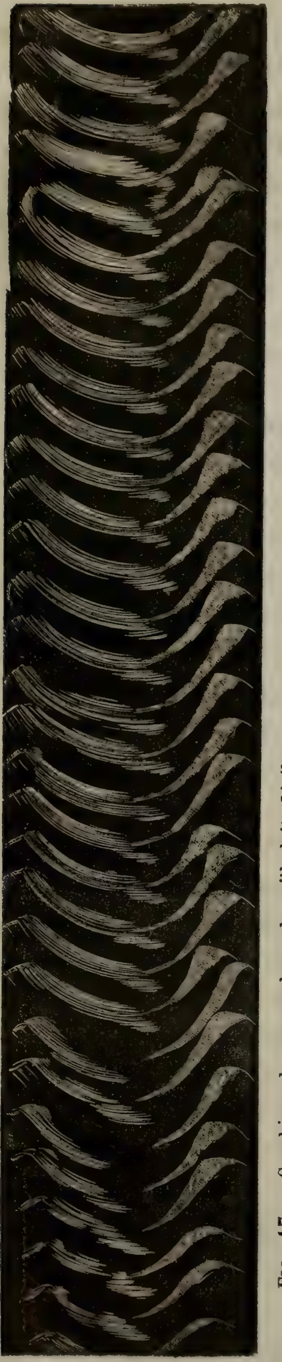


Fig. 17. — Graphique du macroglosse du caille-lait. L'aile se meut sensiblement dans un plan tangent à la génératrice du cylindre ; et l'intermittence des contacts est évidente.



Fig. 18. — Graphique de l'aile d'un macroglosse fatigué. On n'y voit plus la forme en 8, mais une simple oscillation pendulaire.

laires indiquant que l'aile ne fait que s'élever et s'abaisser sans changer de plan. La ligne brillante qui borde les parties ascendantes et supérieures de ces courbes s'explique par les flexions alternatives de l'aile qui frotte contre le papier et montre que la face supérieure présentait une aspérité qui laissait sur le papier une trace prononcée, tandis que la face inférieure ne présentait pas d'aspérité semblable.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

MOUVEMENTS DE L'INTESTIN[1]

Par MM. les docteurs LEGROS et ONIMUS.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Lorsque les aliments ont franchi l'isthme du pharynx, ils cessent d'être dirigés par la volonté, et dans le long trajet qu'ils ont à parcourir, une série d'actes chimiques et mécaniques s'accomplissent sans que l'individu en ait conscience. Laissant de côté les phénomènes chimiques, nous parlerons spécialement des actes mécaniques, des mouvements qui, jusqu'à ce jour, sont assez mal définis. Dans la plupart des traités de physiologie on ne trouve que des renseignements assez vagues sur ce sujet; car on s'est borné à l'observation directe des contractions de l'estomac ou de l'intestin, et cette méthode est insuffisante.

Que voit-on au moment où l'on met à nu les intestins d'un animal vivant? Le plus souvent, il y a immobilité complète; nous reviendrons plus tard sur ce fait; si, par exception, il y a des mouvements, il est impossible de déterminer exactement leur fréquence et surtout leur direction, et l'observateur croit voir des ondulations, tantôt dans un sens tantôt dans un autre. Ces illusions, nous les avons éprouvées au début de nos recherches, et nous avons compris tout de suite la nécessité d'employer des moyens plus rigoureux.

Nous indiquerons sommairement comment nous avons habituellement procédé; dans plusieurs circonstances nous nous sommes contentés d'introduire le tube d'un manomètre à eau dans l'intestin mis à nu et de noter les oscillations qui se produisaient. Ce

(1) Les recherches mentionnées dans ce travail ont été faites dans les laboratoires d'histologie et de physiologie de la Faculté de médecine.

mode d'observation est assez difficile, les matières intestinales viennent à chaque instant obstruer le tube et s'opposent au fonctionnement régulier de l'appareil. Nous avons alors ajouté au tube du manomètre une ampoule de caoutchouc qui s'appliquait contre les parois intestinales et en traduisait les contractions. Nous étions encore loin d'obtenir des résultats véritablement normaux; le traumatisme violent qui était nécessaire pour placer le tube mettait l'animal dans des conditions pathologiques qu'il fallait éviter. Nous croyons nous être mis complétement à l'abri de ces erreurs en pratiquant des fistules intestinales dans lesquelles une canule était placée à demeure. Au bout de quelques jours, lorsque l'animal était remis de l'opération, nous introduisions par l'orifice une sonde de gomme munie à son extrémité d'une ampoule de caoutchouc, et, au besoin, garnie de fils métalliques permettant d'électriser facilement l'intestin (fig. 1). Enfin, pour éviter les

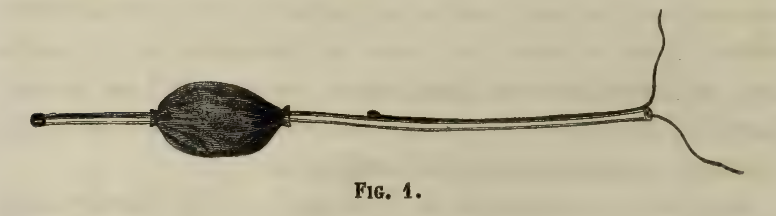


Fig. 1.

modifications que pouvait produire l'adhérence anormale de l'intestin à la paroi abdominale, nous avons établi une fistule gastrique, puis, par cette fistule, on introduisait dans l'estomac un tube de caoutchouc terminé d'un côté par une ampoule et retenu par l'autre extrémité au bouchon de la canule (fig. 2). Après un

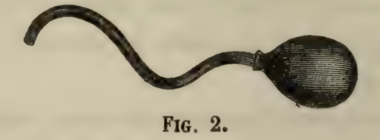


Fig. 2.

temps variable, l'ampoule traversait le pylore et s'engageait dans le duodénum; l'extrémité du tube était alors mise en communication avec un appareil indicateur, et l'on pouvait noter les contractions normales.

Un simple manomètre à eau suffit pour ces observations; mais

nous avons pu, grâce à M. Longet, qui a mis à notre disposition un excellent appareil enregistreur, prendre des graphiques ; il nous a suffi pour cela de mettre en communication les tambours avec nos sondes munies de leurs ampoules.

Ces graphiques n'ajoutent rien aux résultats obtenus avec le manomètre, mais ils font comprendre au lecteur à la simple inspection, ce qu'il faudrait sans cela décrire longuement. Ils ont en outre l'avantage de rendre indiscutables les résultats de l'observation et de mettre hors de cause la sincérité ou les illusions de l'observateur.

Il faut distinguer les mouvements propres du tube intestinal de ceux qui sont communiqués par les organes voisins ou par les parois abdominales. Nous ne pouvons nous dispenser de dire quelques mots de ces mouvements communiqués qui peuvent en imposer et être attribués aux contractions propres de l'intestin.

DES MOUVEMENTS COMMUNIQUÉS A L'INTESTIN.

Les mouvements du cœur retentissent bien faiblement sur les organes contenus dans la cavité péritonéale ; il n'est pas rare cependant, lorsque l'expérimentation porte sur l'estomac ou des portions d'intestin rapprochées du centre phrénique, de voir survenir quelques changements de pression isochrones aux pulsations du cœur ; il est superflu d'ajouter que ces changements sont si peu considérables, qu'il faut observer attentivement et à l'aide d'instruments délicats pour les reconnaître. Il en est de même de l'influence des contractions d'une anse sur les anses voisines, les faibles changements de pression qui en résultent et qui se répartissent dans plusieurs directions s'effacent devant des actions plus énergiques.

L'inspiration et l'expiration modifient à chaque instant la pression que subissent les organes abdominaux, et ces modifications de pression sont importantes à noter à cause de leur régularité et de leur continuité ; de plus, ces modifications de pression se font également et simultanément dans tout le tube digestif, nous verrons qu'il en est tout autrement pour les contractions propres de l'intestin.

Il est évident que plus les efforts de respiration seront considérables et plus les variations de la pression intestinale seront accentuées, elles atteignent leur summum de développement lorsque l'animal pousse des cris violents. Il faut noter que l'on observe cette influence de la respiration dans les cas surtout où l'intestin est inactif; lorsqu'il existe des contractions spontanées, la respiration a beaucoup moins d'effet ; elle n'en a plus du tout lorsque l'intestin est contracté spasmodiquement. Ainsi, nous avons vu qu'après l'empoisonnement d'un chien par la strychnine, la respiration n'agit plus sur la pression intestinale ; des cris violents qui, en toute autre circonstance font brusquement monter la colonne liquide du manomètre ou de l'aiguille de l'appareil enregistreur, n'occasionnent aucun changement. C'est donc surtout l'intestin à l'état de repos qui est sensible à la dilatation ou à l'affaissement de la cage thoracique.

Il était important de rechercher si l'augmentation de pression dans l'intestin correspondait au mouvement d'inspiration ou d'expiration; il semble tout d'abord que l'inspiration augmentant les diamètres de la cage thoracique et abaissant le diaphragme, doive amener une compression des organes abdominaux, il n'en est pas toujours ainsi. Plusieurs fois déjà, au début de nos expériences, nous avions constaté que l'ascension de la colonne manométrique ne correspondait pas à l'inspiration ; mais pour rendre la démonstration plus rigoureuse, nous avons eu recours à l'appareil enregistreur qui nous donnait à la fois l'indication des respirations et des mouvements de l'intestin. Nous avons pu constater des différences remarquables tenant aux animaux ou aux circonstances de l'observation. Chez le lapin, par exemple, l'inspiration amène une augmentation de pression dans l'intestin, tandis que l'expiration produit une détente; l'observation est encore plus concluante lorsqu'on fait crier l'animal (fig. 3). Dans ce graphique, la lettre R indique la respiration du lapin, I l'intestin, les grandes ascensions A sont produites par des cris.

C'est tout le contraire lorsqu'on fait la même expérience sur un chien; la pression intestinale descend pendant l'inspiration et monte pendant l'expiration (fig. 4) ; les lettres ont la même signi-

fication que dans le graphique précédent (1). Le chien était indocile

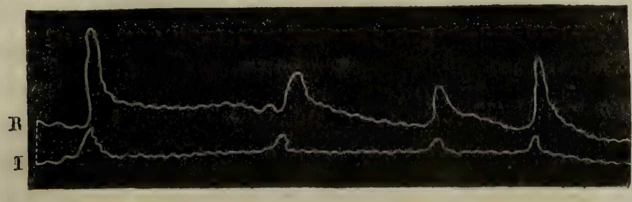


Fig. 3.

et poussait des cris ; dans la figure suivante on peut voir l'influence de la respiration normale sur la pression intestinale chez un autre

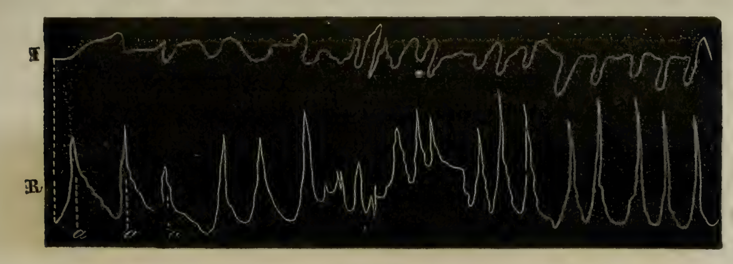


Fig. 4.

chien (fig. 5). Cette apparente contradiction tient à ce que le lapin respire surtout par son diaphragme ; il a la respiration à

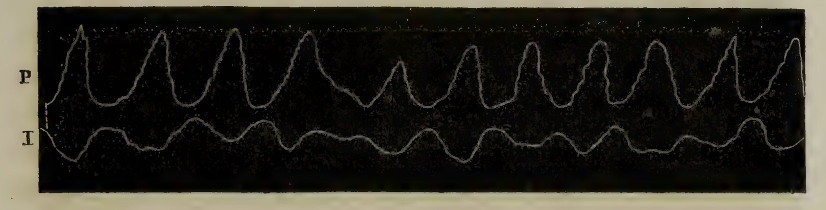


Fig. 5.

type abdominal, tandis que le chien a le type thoracique ; chez ce dernier, c'est surtout le diamètre transversal de la poitrine qui

(1) L'aiguille qui inscrivait nos graphiques sur le cylindre tournant vertical n'était pas horizontale, elle formait un angle de 30 degrés ; on comprend après cette explication comment, dans quelques figures, la figure 7 *bis* par exemple, il y a rétrogradation ; ce résultat était obtenu toutes les fois que le mouvement du cylindre était lent et l'ascension de l'aiguille rapide.

augmente dans l'inspiration, et les côtes dans leur mouvement tendent à agrandir la cavité abdominale en même temps que la cavité thoracique. Telle est la cause de la diminution de pression que l'on trouve alors dans l'intestin; il y a dans ce cas une véritable tendance au vide dans l'abdomen. Parfois, sur le chien, on peut voir l'inspiration augmenter momentanément la pression des organes abdominaux, mais c'est un phénomène passager et anormal que l'on peut déterminer artificiellement en contrariant l'expansion du thorax, au moyen d'une ceinture par exemple; on transforme alors la respiration thoracique en respiration abdominale, on force le chien à respirer comme le lapin. Lorsqu'un chien agonise, la respiration ne se fait plus que par le diaphragme : aussi la pression augmente alors avec l'inspiration (fig. 6).

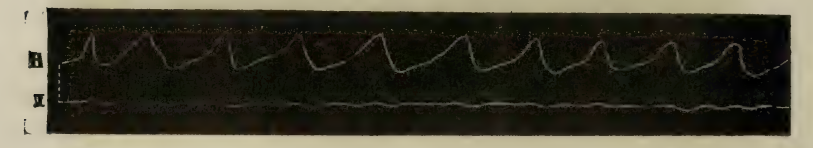


Fig. 6.

L'homme, dont la respiration est abdominale, présente certainement une augmentation de tension intestinale à chaque inspiration, tandis que chez la femme, dont la respiration est thoracique, il doit y avoir abaissement de la tension dans tous les organes abdominaux; si cette particularité n'a qu'une importance secondaire pour l'intestin, elle en a une très-grande pour l'utérus gravide, car l'impulsion donnée par l'inspiration (lorsque la respiration est abdominale) s'étend jusqu'au petit bassin, grâce à la mobilité des intestins. Dans le rectum on peut, en effet, comme dans l'intestin grêle et l'estomac, constater l'influence de la respiration.

Dans la séance du 13 octobre 1868 de l'Académie de médecine, M. Poiseuille, intervenant dans la discussion sur la péritonite puerpérale, prétend que si un vide venait à se produire dans la cavité péritonéale, les parois de l'abdomen céderaient à la pression atmosphérique et la feraient disparaître. Sans prétendre juger la question de l'aspiration des produits morbides de

l'utérus par les trompes, nous pouvons affirmer que des changements de pression se produisent à chaque instant dans la cavité péritonéale.

Il est une autre cause très-puissante d'augmentation de la tension intestinale, c'est l'effort; mais cette cause est tout à fait accidentelle et soumise à la volonté; ici encore la pression se répartit sur tous les organes contenus dans l'abdomen.

Il est certain que la respiration, l'effort et toutes les causes qui compriment les organes abdominaux d'une égale façon, entrent pour une part dans la progression des matières intestinales et surtout dans leur excrétion ; mais elles agissent avec une sorte de brutalité, et, pour ainsi dire, sans discernement; elles seraient insuffisantes pour régler la marche des matériaux nutritifs, il faut pour cela une direction qui fait contracter telle portion du tube intestinal et immobilise telle autre ; la contraction propre de l'intestin remplit ce but.

DES MOUVEMENTS PROPRES A L'INTESTIN.

Une anse d'intestin séparée de l'animal vivant et placée sur une table continue à présenter des mouvements pendant quelque temps, l'intestin renferme donc en lui tout ce qui est nécessaire aux contractions spontanées, c'est-à-dire l'élément musculaire et un appareil nerveux complet (filets nerveux et cellules nerveuses). On sait en effet que des cellules nerveuses existent dans les parois intestinales. Ainsi l'intestin peut se mouvoir et se mouvoir d'une façon rhythmique sans l'intervention des centres nerveux.

De quelle nature sont les contractions de l'intestin? A l'état ordinaire on n'en observe que d'une sorte, c'est le mouvement péristaltique; mais on peut rencontrer également dans certaines conditions anormales ou pathologiques des contractions de longue durée qui envahissent à la fois et immobilisent une certaine partie ou la totalité du tube intestinal en la maintenant contractée. Dans ce cas, à vrai dire, c'est plutôt de la contracture qu'une contraction. Enfin on a décrit un mouvement antipéristaltique qui succéderait au mouvement péristaltique et serait son antago-

niste, tantôt plus faible et permettant aux matières de progresser vers le rectum, tantôt plus fort et les entraînant alors du côté de l'estomac. Ce mouvement antipéristaltique n'existe pas habituellement ; lorsqu'on l'observe c'est un accident, nous en fournirons des preuves.

Revenons à la contraction péristaltique, qui est le vrai mouvement physiologique de l'intestin. A la simple inspection de l'intestin en mouvement, on voit une série d'ondulations dont on arrive parfois à déterminer la direction ; l'ondulation part d'un point et se propage lentement à un autre point plus ou moins éloigné où elle s'éteint. Souvent tout cela se passe dans une très-petite portion d'intestin, le reste du canal digestif restant en repos. En même temps que l'intestin en contraction diminue de calibre il se raccourcit, c'est-à-dire que les fibres longitudinales agissent comme les fibres circulaires. Immédiatement après la contraction, survient l'état de repos des muscles qui ramène la portion d'intestin contracté au volume primitif ; c'est précisément ce repos des muscles et ce retour de l'intestin à l'état de repos que l'on a pris pour le mouvement antipéristaltique normal.

L'observation à l'aide du manomètre confirme ce que l'examen direct laisse supposer. Le tube de l'instrument étant introduit dans l'intestin en activité d'un lapin ou d'un chien, on voit la colonne de liquide monter brusquement (c'est la contraction) et redescendre lentement jusqu'au point de repos, puis après un temps variable survient une nouvelle ascension semblable à la première. Pour réussir cette expérience, le lapin est préférable au chien, car l'intestin des herbivores est rarement vide, et il fonctionne plus activement que celui des carnivores. Lorsqu'on met à nu l'intestin des chiens, la gravité de la lésion fait le plus souvent cesser les contractions ; ce phénomène est plus rare chez le lapin ; il faut en outre employer un manomètre à eau très-sensible et avoir soin d'injecter avec une seringue dans l'intestin une petite quantité d'air qui refoule les matières.

L'usage des appareils enregistreurs est certainement ce qu'il y a de plus commode dans ce genre de recherches, et nous en avons largement usé, car, sans exagération, nous avons pris plus

de 3000 graphiques. Pour prendre ces tracés, il suffit d'introduire dans l'intestin la sonde munie de son ampoule de caoutchouc, telle que nous l'avons décrite, et de la mettre en communication avec l'appareil après avoir gonflé l'ampoule; chaque

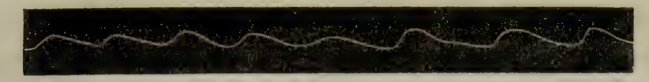


Fig. 7.

contraction intestinale est ainsi très-exactement notée. Si l'on expérimente sur des animaux porteurs de fistules intestinales, on introduit la sonde par la fistule et l'on est certain d'obtenir les



Fig. 7 *bis*.

véritables contractions physiologiques; c'est ainsi que nous avons obtenu la plupart de nos graphiques (fig. 7, 7 *bis*, 7 *ter*).

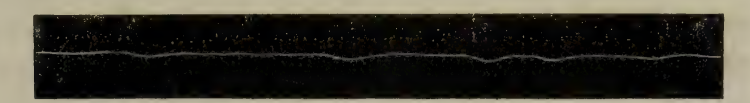


Fig. 7 *ter*.

On voit par ces figures que l'ascension, c'est-à-dire la contraction, est brusque, puis la ligne redescend en donnant une ligne plus ou moins oblique; le sommet de la ligne est en général arrondi; quelquefois on observe un plateau ou une grande ligne courbe, mais cela tient à l'emploi d'une ampoule trop longue sur laquelle l'ondulation des parois intestinales agit un certain temps.

Souvent l'ascension du levier est précédée d'une légère descente, c'est qu'en effet une dilatation de l'intestin précède l'onde péristaltique; de même la ligne de descente arrive parfois au-dessous du niveau normal, qu'elle ne tarde pas, du reste, à atteindre. Nous accusions d'abord notre levier d'être trop lourd et

de se laisser entraîner par la vitesse acquise; mais nous sommes maintenant convaincus que la chute du levier n'y est pour rien et que cette descente au-dessous du niveau moyen tient à la brusque détente qui arrive au moment de la cessation de la contraction. Le plus souvent, du reste, ces nuances sont si peu marquées qu'elles ne sont pas enregistrées par l'appareil, on observe alors tout simplement l'ascension en ligne droite, la descente oblique et un repos (fig. 8 et 9).

Pour bien montrer l'indépendance des oscillations dues au mouvement péristaltique, ainsi que l'abolition, ou du moins la diminution de l'influence de la respiration sur l'intestin qui se contracte, nous donnons deux exemples (fig. 8). Dans ce gra-

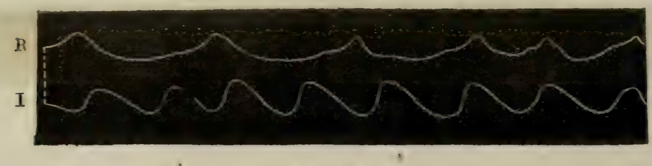


Fig. 8.

phique la lettre R indiquant toujours la respiration, et I la contraction intestinale, on voit qu'il n'y pas synchronisme et que les contractions de l'intestin sont plus fréquentes que les respirations.

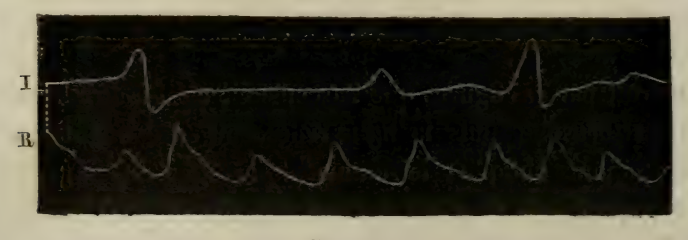


Fig. 9.

Dans la figure qui suit on remarquera que les respirations sont, au contraire, plus nombreuses que les contractions intestinales qui présentent en outre cette particularité d'une ligne de descente dépassant le niveau normal (fig. 9).

Les contractions peuvent se succéder rapidement ou être séparées par un repos assez long.

Généralement elles se succèdent plus rapidement vers la partie supérieure de l'intestin grêle que vers sa terminaison; nous avons trouvé quelquefois 18 contractions par minute dans le duodénum du chien et jamais plus de 11 à 12 près du cæcum; cette particularité peut contribuer à expliquer pourquoi les portions supérieures du canal digestif sont le plus souvent vides, le mouvement péristaltique y est plus actif, et en outre les matières sont plus liquides.

L'état de repos qui sépare les contractions peut être nul, c'est-à-dire qu'après une ascension et une descente il y a de nouveau ascension immédiate. Fréquemment on trouve l'intestin immobile, c'est surtout lorsqu'il ne contient presque rien; de même lorsqu'on ouvre largement les parois abdominales il arrive d'ordinaire de constater l'immobilité des intestins qui sont, pour ainsi dire, saisis par l'impression de l'air extérieur.

Dans les péritonites il se produit un phénomène analogue, d'où le ballonnement du ventre et la constipation; nous avons vu sur des chiens atteints de péritonite et munis de fistules intestinales les contractions manquer complétement; la respiration seule produisait des changements de pression.

Alors même que l'on a l'avantage d'observer l'intestin en pleine activité on ne tarde pas, si l'on prolonge l'examen, à voir les contractions diminuer d'intensité et de fréquence, et disparaître pendant deux ou trois minutes pour reparaître faibles et rares d'abord, puis fortes et fréquentes. Il est même à remarquer que plus le mouvement péristaltique est intense et plus les repos sont fréquents (fig. 10); cela n'a rien d'étonnant, les muscles lisses se fatiguent autant, et peut-être plus, que les fibres striées, quoique cette fatigue soit le plus souvent inconsciente. Il suffit de comparer le graphique de la fig. 10 à celui de la fig. 7, par exemple, pour en être convaincu.

Cependant lorsque les muscles lisses ont accompli quelque grand travail on ressent un accablement spécial, une sorte de fatigue de la vie organique; on peut citer par exemple l'accablement qui accompagne la parturition, la lassitude qui suit l'éjaculation, et même, à un plus faible degré, une selle abondante.

Les muscles de l'intestin se reposent donc, et se reposent d'autant plus qu'ils se sont contractés plus activement.

En dehors des causes artificielles d'excitation, le mouvement péristaltique n'atteint pas brusquement un grand développement;

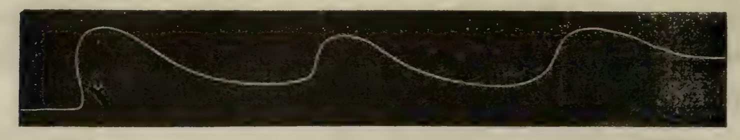


Fig. 10.

il y a d'abord de légères contractions puis des contractions de plus en plus énergiques; de même, l'immobilité arrive peu à peu.

En résumé, les mouvements normaux de l'intestin grêle consistent en une série d'ondulations qui progressent du côté de la terminaison du tube intestinal, chaque contraction est suivie d'un repos.

DES CONTRACTIONS DU GROS INTESTIN.

Le mouvement péristaltique du gros intestin offre beaucoup d'analogie avec celui de l'intestin grêle; comme dans ce dernier on voit des contractions successives et chaque contraction est suivie d'un retour à l'état normal. Cependant il y a quelques différences notables dans le gros intestin : la contraction est plus longue et plus puissante, il y en a trois ou quatre au plus par minute, de plus, elle se fait lentement et cesse lentement, de sorte que les tracés sont caractéristiques : ils sont formés par de grandes lignes courbes qui se succèdent, où la ligne de descente est parfaitement semblable à la ligne d'ascension (fig. 11). Le premier tracé représente la contraction péristaltique normale d'un chien, le second montre ces mêmes contractions après un lavement d'eau salée.

Le plus souvent on obtient en même temps la respiration, et les grandes lignes courbes sont alors plus ou moins ondulées, mais elles demeurent bien distinctes (fig. 12).

Ce qui caractérise surtout la contraction du gros intestin c'est

sa lenteur et sa puissance ; elle peut manquer pendant un temps assez long ; il y a comme dans l'intestin grêle, et même plus fréquemment que dans celui-ci, des repos prolongés.

Ce mouvement péristaltique du gros intestin sert évidemment à la marche des matières, mais il ne sert nullement à leur excrétion ; en effet, dans la défécation le mécanisme est tout différent. Il survient, dans ce cas, une contraction brusque qui persiste sans se modifier, puis une nouvelle contraction semblable s'ajoute à la première, et ainsi de suite jusqu'à l'expulsion. Cependant si l'expulsion se fait

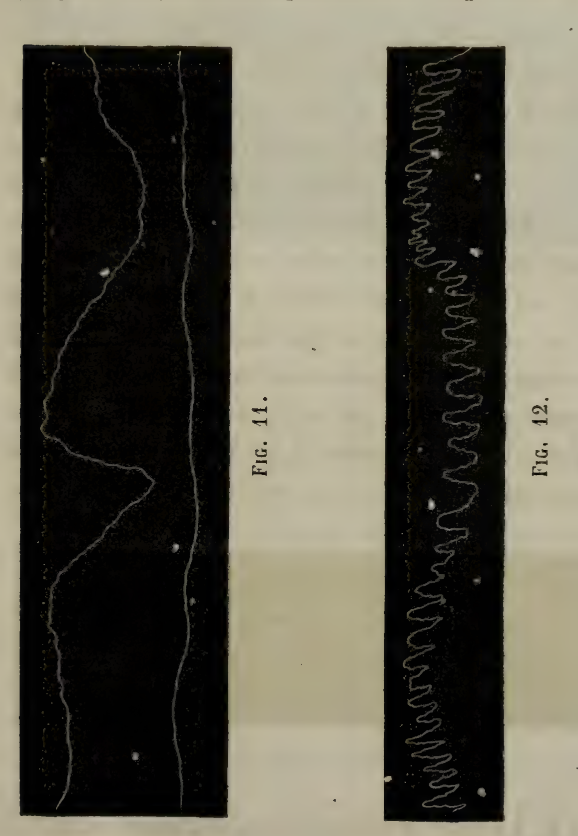


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

attendre, il y a détente et repos prolongé après lequel arrive une nouvelle série de contractions ; on comprend dès lors que le gra-

phique de la défécation est différent de celui des mouvements péristaltiques, il représente à peu près la silhouette d'un escalier (fig. 13). Ce graphique a été obtenu au moment de la défécation d'un cobaye.

DIFFÉRENCES ENTRE LES MOUVEMENTS DE L'ESTOMAC ET CEUX DE L'INTESTIN.

Quoique la description des mouvements de l'estomac ne rentre pas dans notre cadre, nous ne pouvons nous empêcher de montrer sommairement en quoi ils diffèrent des mouvements intestinaux; notons d'abord qu'ils sont beaucoup plus variables et qu'ils n'offrent pas un type unique, bien qu'ils soient péristaltiques comme dans le reste du canal intestinal. On sait fort bien que les mouvements des parois ne comprennent pas habituellement toute la circonférence de l'estomac; ce n'est pas un resserrement annulaire et progressif comme dans l'intestin, mais une contraction isolée des parois; de sorte que l'ampoule de caoutchouc que l'on introduit peut subir des pressions inégales provenant de différents points de l'estomac, de là un peu de confusion dans les tracés que l'on obtient. De plus, on voit survenir des modifications énormes suivant la place occupée par l'ampoule dans ce viscère; si elle se trouve dans le grand cul-de-sac, on voit généralement de belles contractions qui s'effectuent lentement et qui ressemblent un peu à celles du gros intestin; la figure suivante en donne une assez

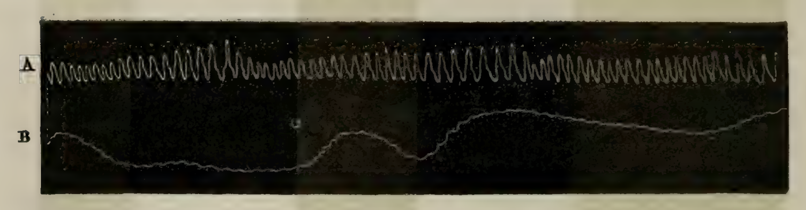


Fig. 14.

bonne idée (fig. 14). La ligne A indique la respiration et la ligne B le mouvement stomacal d'un chien; dans cette seconde ligne l'influence de la respiration est à peine marquée; elle est plus

évidente dans le graphique suivant, qui montre également les grandes oscillations du cul-de-sac (fig. 15).

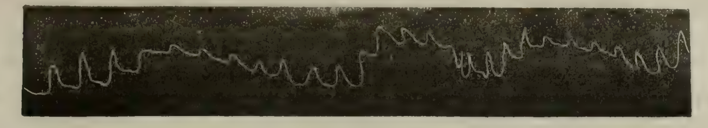


Fig. 15.

Lorsqu'on se rapproche du pylore, les contractions changent de type et se rapprochent de celles de l'intestin (fig. 16); on voit alors une contraction brusque suivie d'une détente qui se fait

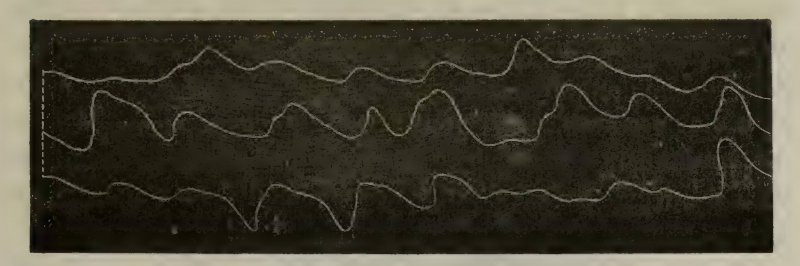


Fig. 16.

plus lentement; il est presque inutile d'ajouter que l'amplitude de l'oscillation est bien plus considérable, et notre dernier graphique n'en donne qu'une faible idée, elle est telle quelquefois que la limite d'ascension de l'aiguille indicatrice est dépassée.

On voit parfaitement ces diverses particularités en introduisant par une fistule gastrique, sur un chien, l'ampoule munie d'un tube de caoutchouc, telle que nous l'avons décrite; tout d'abord on voit apparaître les lentes oscillations du grand cul-de-sac, puis, au bout d'un temps variable, des contractions brusques et saccadées annoncent que l'ampoule s'approche du pylore, bientôt survient un nouveau déplacement et les grandes ondulations reparaissent; après plusieurs alternatives semblables, entremêlées de repos, on voit tout d'un coup l'aiguille indicatrice de l'appareil se soulever brusquement, puis retomber, et l'on enregistre alors les contractions de l'intestin; l'ampoule a franchi le pylore et chemine dans le duodénum.

PARTICULARITÉS DES CONTRACTIONS PROPRES A L'INTESTIN GRÊLE ET AU GROS INTESTIN.

Revenons aux contractions normales du canal intestinal et spécialement à quelques particularités qui se rattachent aussi bien à l'intestin grêle qu'au gros intestin.

Lorsque les intestins sont immobiles, ils peuvent se trouver dans deux états opposés; tantôt il y a repos absolu des muscles, et c'est le cas le plus ordinaire, tantôt il y a contraction tétanique, c'est alors une véritable contraction que l'on peut produire artificiellement, comme nous le verrons plus tard, et qui se montre dans divers états pathologiques ou après une excitation violente, soit de la muqueuse, soit des parois intestinales. On comprend de suite que, dans la première forme du repos, l'influence de la respiration sur la pression se fera parfaitement sentir, tandis que dans la deuxième les instruments les plus délicats n'indiqueront aucun changement de pression.

Enfin nous avons dit qu'il y avait encore une autre variété de contraction, le mouvement antipéristaltique, et nous avons fait pressentir que cette variété était une exception, un état anormal. Si une contraction antipéristaltique succédait réellement à une contraction péristaltique, elle serait moins forte que cette dernière, car autrement les matières ne progresseraient pas; or, dans nos graphiques les séries d'oscillations ont la même amplitude, ce qui n'aurait pas lieu s'il y avait des contractions d'inégale intensité; voici, du reste, une expérience qui nous semble assez concluante :

« On applique sur l'intestin grêle d'un lapin un petit mano- » mètre différentiel (fig. 17); une des branches de l'instrument, » la branche A, est placée à deux travers de doigt du cæcum, et » dirigée du côté de l'estomac; l'autre branche B est enfoncée » plus haut (à 20 centimètres de distance), dirigée dans le sens » opposé, c'est-à-dire vers le cæcum; on constate alors que la » pression du côté A est plus forte d'un centimètre à un centi- » mètre et demi, avec des oscillations, rares d'abord (5 en 2 mi- » nutes), puis plus fréquentes (7 à 8 par minute). Les oscillations

» consistent en une ascension lente du liquide coloré du côté B
» du manomètre, puis en une descente brusque du même côté,
» comme s'il y avait une détente complète; en même temps le
» liquide remonte dans le côté A, mais il ne dépasse pas la hau-

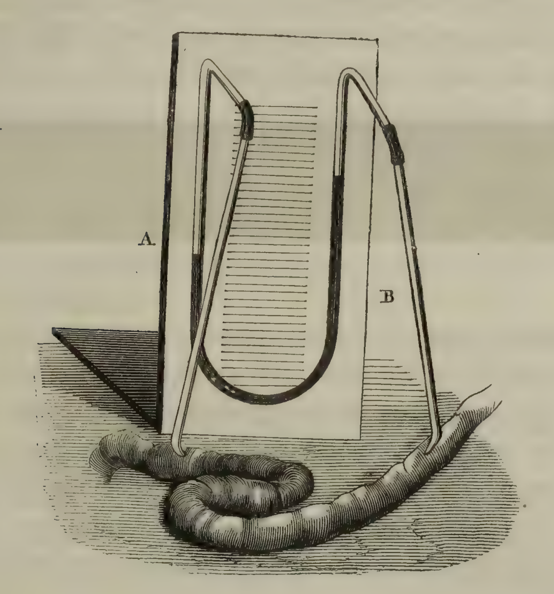


Fig. 17.

» teur du côté B, et même il ne l'atteint pas. L'expérience se pro-
» longe pendant 6 minutes. »

Lorsque les contractions sont énergiques et normales après l'ouverture du ventre d'un animal, on peut contrôler, *de visu*, les résultats donnés par les instruments; il importe seulement de se défier des mouvements passifs des parois intestinales dus au retour des muscles à l'immobilité; nous sommes convaincus que cet état de repos successif dans la longueur du tube intestinal a été pris pour un mouvement actif.

Si l'on introduit dans l'estomac d'un chien, par une fistule gastrique, une ampoule de caoutchouc munie d'un fil, on constate facilement, en retenant l'extrémité du fil, qu'après le passage dans le duodénum et pendant le trajet, le corps étranger chemine par saccades, mais sans rétrograder; on éprouve même une assez

grande difficulté et il faut une certaine violence pour le ramener dans l'estomac.

Si l'on pince une anse intestinale, il y a, après un instant, contraction violente dans le point pincé, puis les ondulations partent de ce point suivant la direction des matières, elles s'éteignent dans le sens contraire au-dessus du point irrité (fig. 18). Cette figure a été donnée par l'intestin grêle d'un chien dont le bulbe

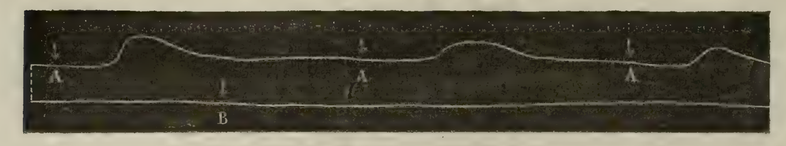


Fig. 18.

était sectionné depuis un quart d'heure, et le ventre ouvert. Il n'y avait plus de contractions spontanées; mais lorqu'on pinçait l'intestin en A, au-dessus du point occupé par l'ampoule de caoutchouc, il y avait un mouvement péristaltique qui atteignait bientôt l'ampoule; si l'excitation portait au-dessous de l'ampoule au point B, le mouvement s'opérait toujours dans la même direction et ne remontait pas; aussi l'appareil dans ce cas n'indiquait aucune contraction.

Est-ce à dire qu'il n'existe jamais de contractions antipéristaltiques? Ce n'est point notre pensée, et les faits pathologiques démontreraient au besoin leur existence. Nous avons lié une anse d'intestin grêle sur des animaux et nous avons injecté du noir de fumée, délayé dans l'huile, au-dessus et au-dessous de la ligature; la plaie abdominale a été suturée, et le lendemain nous trouvions du noir de fumée, d'une part dans le gros intestin, et d'autre part dans l'estomac.

Ce que nous avons constaté et ce que nous voulons démontrer, c'est que le mouvement antipéristaltique n'est pas le mouvement normal de l'intestin, qu'il ne se combine pas au mouvement péristaltique; c'est un accident.

Nul ne niera que la contraction normale de l'œsophage se fait de haut en bas; lorsqu'elle se fait de bas en haut, dans le vomissement ou l'éructation, c'est un accident, un fait anormal.

Ce qui se passe à la partie supérieure du canal digestif a lieu également dans l'intestin grêle et le côlon.

Si dans un point quelconque de l'intestin il se produit un arrêt prolongé des matières, il y a lutte d'abord, les muscles cherchent à vaincre l'obstacle ; s'ils n'y peuvent parvenir, le sens des ondulations change peu à peu et bientôt le mouvement antipéristaltique existe seul. Il n'est même pas nécessaire qu'il y ait interruption complète du cours des matières, il suffit d'une excitation inusitée de l'intestin pour déterminer le renversement des contractions ; la présence d'une grande quantité de bile, les vers intestinaux, les substances irritantes ou incomplétement digérées, le simple pincement de l'intestin, sont autant de causes qui peuvent les déterminer.

Il en est de même dans le gros intestin ; lorsque des matières gazeuses ou solides arrivent à l'anus et que la volonté intervient pour les retenir, la contraction de l'anus se propage de bas en haut et refoule les matières à une certaine hauteur, il s'opère là un mouvement antipéristaltique limité. On peut, chez les animaux, reproduire à volonté ce mouvement antipéristaltique ; il suffit, après avoir introduit dans le rectum une ampoule en caoutchouc, de toucher légèrement l'anus avec les barbes d'une plume pour déterminer une contraction ascendante qui, au bout d'un temps, qui varie suivant la hauteur de l'ampoule, comprimera celle-ci, et sera accusée par le manomètre ou l'appareil enregistreur.

On sait que ce mouvement antipéristaltique du gros intestin ne peut jamais faire refluer les matières dans l'intestin grêle, grâce à la valvulve iléo-cæcale, mais ce mouvement, lorsqu'il est intense, peut se communiquer à l'intestin grêle ; telle est la cause des vomissements qui surviennent dans les cas d'étranglement du côlon et même quelquefois après un lavement pris en temps inopportun.

SOURCE DES MOUVEMENTS INTESTINAUX

La physiologie des muscles lisses est bien moins avancée que celle des muscles striés ; ces derniers ont été vus à l'aide du

microscope pendant la contraction, tandis qu'il est difficile de faire un pareil examen pour les fibres lisses dont l'étude microscopique, même sur un organe séparé de l'animal, est fort délicate. Voici un moyen que nous avons employé pour résoudre la difficulté : un fragment de muscle lisse, pris sur un animal vivant ou récemment sacrifié, est plongé dans une solution faible d'acide chromique, ou mieux encore dans une solution de nitrate d'argent au 400me. Grâce à la persistance de la contractilité, le fragment, en s'imbibant du réactif, se resserre, il y a une véritable contraction qui persistera, car le réactif va coaguler les substances liquides ou demi-liquides, et immobiliser les éléments anatomiques ; on peut alors, par l'examen microscopique, reconnaître que les fibres-cellules, tout en conservant leur forme habituelle, présentent sur leurs bords de fines dentelures ; il y a un véritable plissement de chaque élément. La contraction des muscles lisses résulte donc, comme celle des fibres striées, d'un véritable tassement. On pourrait objecter que ces fines dentelures sont le résultat, non de la contraction, mais de l'action chimique du réactif employé ; dans cette hypothèse on devrait obtenir des préparations semblables avec les fibres-cellules prises sur le cadavre ; du reste nous avons vu depuis que M. Robin (1) avait observé ce plissement des fibres lisses sur des annélides vivants, et M. Chéron nous a dit avoir fait une remarque analogue sur des animaux inférieurs, sans l'emploi d'aucun réactif, par l'observation de la contraction spontanée. Nous croyons que les fibres-cellules de divers animaux que l'on trouve figurées avec des ondulations ont été dessinées en état de contraction.

Nous n'entrerions pas dans ces détails, qui seraient mieux placés dans une étude générale des muscles de la vie organique, si cela n'était pas indispensable pour expliquer ce qui se passe dans l'intestin.

Lorsqu'on vient à piquer ou à pincer l'intestin sur l'animal vivant, on ne tarde pas à voir dans le point blessé une contraction lente ; tantôt cette contraction reste limitée, tantôt elle s'étend

(1) Dans Lebert, *Mémoire sur la formation des muscles, etc.* (*Annales des sciences naturelles*. Paris, 1850, in-8°, t. XIII, p. 177, planche 6, fig. 13.)

plus ou moins loin; on s'explique ce processus, les fibres musculaires qui ont été lésées se contractent, mais leur contraction ne peut se faire sans ébranler les fibres-cellules voisines qui vont se contracter à leur tour mais plus faiblement; ces dernières agiront de même sur leurs voisines, de sorte que la contraction s'étendra dans tous les sens en s'amoindrissant à mesure qu'elle s'éloigne du centre d'agitation et enfin s'éteindra peu à peu; c'est là, à vrai dire, une excitation musculaire artificielle. Dans quelques cas, soit qu'il s'agisse d'une excitation plus forte, soit que l'on ait atteint quelques éléments nerveux, la contraction, toute locale d'abord, se propage au loin, mais alors interviennent les cellules nerveuses sans lesquelles le mouvement péristaltique est impossible; aussi, lorsque l'animal est mort depuis quelque temps, on peut encore déterminer les contractions locales, mais les mouvements péristaltiques sont devenus impossibles.

S'il était vrai, comme on l'a dit, que l'action musculaire seule pût produire le mouvement vermiculaire des intestins, il serait possible de reproduire le phénomène par une excitation tant que la contractilité musculaire persisterait, ce qui n'est pas.

La découverte de cellules nerveuses dans les parois de l'intestin, découverte faite en Allemagne et confirmée par de nombreux observateurs, simplifie beaucoup l'explication physiologique. Ces cellules nerveuses, véritables petits ganglions microscopiques, président au mouvement péristaltique; dès qu'une irritation des muscles ou de la muqueuse est transmise à ces ganglions, il y a fatalement une action réflexe et un mouvement produit. Ce mouvement se propage de proche en proche, comme nous l'avons indiqué plus haut, mais il s'éteindrait rapidement si d'autres ganglions situés plus loin ne continuaient pas l'œuvre commencée.

Nous ne discuterons pas ici la question de savoir si les actions réflexes peuvent s'opérer dans les ganglions, comme cela a lieu pour les centres nerveux ; le fait ne nous paraît pas douteux, et nous semble confirmé par l'observation de notre collègue et ami le docteur Chéron. Dans un mémoire présenté le 27 avril 1868 à l'Académie des sciences, M. Chéron a montré que, chez les céphalopodes, les ganglions palléaux, formés uniquement de cel-

lules unipolaires, ne sont le siége d'aucun mouvement réflexe, tandis que les ganglions des bras, qui contiennent des cellules multipolaires, donnent lieu à des mouvements réflexes énergiques sur des bras séparés du corps de l'animal.

On s'explique ainsi les contractions qui persistent même après que l'intestin est isolé. Les cellules nerveuses intra-pariétales ne constituent pas l'unique source d'innervation; des ganglions volumineux situés à l'origine des vaisseaux mésentériques envoient de nombreux filets nerveux. Ces ganglions ont probablement pour usage de coordonner les contractions de l'intestin : ce sont de petits centres nerveux de la vie animale qui conservent dans l'organisme une certaine indépendance; ils reçoivent des impressions qui sont ignorées du système nerveux cérébro-rachidien et déterminent des mouvements d'ensemble dans les différentes parties du tube intestinal, ralentissant en un point les contractions qu'ils exagèrent ailleurs.

M. Schiff prétend qu'ils ne sont pas nécessaires à la digestion et qu'on peut les enlever sans rien changer aux fonctions de l'intestin. C'est une opération bien délicate que d'enlever les ganglions du plexus solaire et il est difficile d'affirmer qu'on n'en laisse pas; du reste, sur le petit nombre d'animaux qui ont survécu quelque temps à l'opération, l'amaigrissement a été rapide et la vie ne s'est jamais prolongée. Il est vrai, comme le dit M. Schiff, que toute opération grave entraîne du dépérissement; mais dès que la suppuration est tarie et les plaies cicatrisées, les animaux bien soignés reprennent rapidement de l'embonpoint, c'est ce qui ne semble pas avoir lieu chez les animaux auxquels on a extirpé les ganglions du plexus solaire. Les intestins, dans ce cas, ne fonctionnent pas régulièrement, et nous en trouvons une autre preuve dans ce passage du *Traité de la digestion* (t. II, p. 401) : « Quant aux matières contenues dans les parties inférieures de l'intestin grêle et dans le cæcum, elles m'ont paru plus liquides ou au moins plus humides qu'elles ne le sont dans les conditions normales. »

Sans nul doute, ces ganglions ont une action sur les contractions intestinales, et nous verrons plus tard ce que l'électricité

peut nous apprendre à ce sujet; nous voulons seulement dans le moment rappeler une expérience que Muller avait faite sur le lapin et que nous avons vu répéter avec succès sur le chien par M. Longet; cette expérience consiste à appliquer un fragment de potasse caustique sur les ganglions. Sous l'effet de cette irritation, on voit immédiatement les contractions intestinales acquérir une activité inusitée.

Enfin ces ganglions sont eux-mêmes en rapport avec les centres nerveux cérébro-spinaux; de sorte que le système nerveux central peut réagir sur l'intestin, non pas directement, mais en passant par divers intermédiaires; de même les mouvements ordinaires de l'intestin ne sont pas perçus, mais les excitations anormales violentes peuvent être ressenties ; l'ébranlement nerveux du plexus solaire retentit alors jusque dans le cerveau par l'intermédiaire des nerfs pneumogastriques. Quelques portions du tube intestinal, l'estomac et le duodénum par exemple, reçoivent directement des filets du pneumogastrique gauche; aussi dans ces points l'influence de ce nerf se fait bien plus vivement sentir, et l'on pourrait peut-être expliquer par là les phénomènes dits sympathiques de l'estomac et du cerveau, le vomissement par exemple qui accompagne la céphalalgie ou les lésions cérébrales.

Nous n'insisterons pas sur l'influence que les émotions vives peuvent avoir sur le tube intestinal, ces faits sont assez connus; on doit seulement se demander s'il y a modification des sécrétions de la muqueuse ou modification de l'activité intestinale. Il est probable que les deux causes se réunissent pour presser ou retarder la marche des matières fécales. Il nous a été donné de constater expérimentalement sur un chien le trouble des contractions péristaltiques au moment d'une émotion.

INFLUENCE DE LA CIRCULATION.

Prenant pour point de départ des expériences très-nettes sur l'influence de la circulation dans l'action péristaltique, quelques physiologistes ont cru pouvoir en déduire une théorie bizarre de la contraction intestinale; on sait, en effet, que si l'on comprime

l'aorte abdominale au-dessus de l'origine des mésentériques, les intestins exécutent des mouvements très-accentués; il ne faut pas conclure de ce fait exceptionnel et pathologique que la contraction normale de l'intestin est soumise aux variations de la circulation. Nous avons d'abord voulu bien constater la réalité du phénomène et éviter les causes d'erreur; en comprimant l'aorte, comme l'a fait M. Schiff, par une large fistule stomacale, on comprime en même temps les nerfs splanchniques; d'un autre côté, si l'on ouvre largement les parois abdominales pour lier l'aorte, on peut objecter le traumatisme, le contact de l'air, etc.

Il faut bien avouer que ces objections sont peu sérieuses, et qu'en somme l'interruption du cours du sang provoque des contractions; on peut le démontrer de beaucoup d'autres manières : toute cause qui empêchera brusquement le sang artériel d'arriver à l'intestin provoquera des contractions énergiques; ainsi l'ouverture du cœur ou d'un gros vaisseau, la syncope, la galvanisation prolongée du pneumogastrique, la section du bulbe rachidien, les anesthésiques (éther, chloroforme). Notons que les contractions sont alors tellement énergiques qu'il est inutile pour les constater d'ouvrir la paroi abdominale qui est soulevée dans les points où les mouvements s'exécutent. Nous donnerons sur la section du bulbe et l'action du chloroforme quelques détails qui montreront que c'est bien l'arrêt brusque de la circulation qui cause le phénomène. Après la piqûre du bulbe, il n'y a pas immédiatement des convulsions intestinales. Pendant une minute, deux minutes et quelquefois plus, on ne voit plus aucun changement, c'est que le cœur continue à battre et à chasser l'ondée sanguine; mais, dès qu'il s'arrête, dès que les artères cessent de charrier le sang, l'intestin commence à se mouvoir. Dans le graphique suivant, pris sur l'intestin grêle d'un lapin, on voit que les contractions qui manquaient complétement débutent quelque temps après la ligature de l'aorte faite au point A. La durée du tracé entier est d'une minute et demie. Si l'on a soin, après la section du bulbe, de faire la respiration artificielle, comme le cœur continue ses fonctions, le mouvement péristaltique ne se produit pas (fig. 19).

Dans l'empoisonnement par le chloroforme, il y a un processus analogue ; pendant l'inhalation de l'anesthésique, il y a immobilité de l'intestin ; l'immobilité persiste après la cessation de la



Fig. 19.

respiration si, comme c'est l'ordinaire, les battements du cœur continuent quelque peu, mais dès qu'ils ont cessé les convulsions intestinales commencent. Ce dernier symptôme est important à signaler, car dans ce cas il indique à coup sûr la mort réelle. Nous avons fait de nombreuses expériences sur l'empoisonnement par le chloroforme et les moyens d'y remédier (Académie des sciences, 9 mars 1868) ; nous avons pu rappeler à la vie des animaux qui avaient cessé de respirer depuis trois minutes, mais jamais nous n'avons réussi lorsque les mouvements intestinaux agitaient violemment les parois abdominales. Dans l'empoisonnement par le chloroforme, c'est véritablement un signe de mort réelle.

On peut déterminer des contractions isolées immédiates dans une anse d'intestin en liant les artères qui se rendent à cette anse ; aussitôt après la ligature surviennent de violents mouvements péristaltiques limités aux parties privées de sang. On fait la ligature au point A (intestin grêle du lapin), fig. 20 ; on obtient un

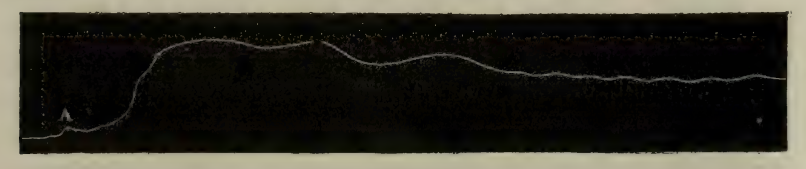


Fig. 20.

résultat analogue en sectionnant les vaisseaux et les nerfs qui se rendent à une anse, comme on le voit ci-dessus (sur le même lapin, section en A), fig. 20.

Si, au lieu d'interrompre la circulation artérielle, on interrompt la circulation veineuse, en liant la veine porte, les résultats sont

opposés; on obtient alors l'arrêt des contractions et l'immobilité.

Lorsqu'on suspend progressivement le cours du sang artériel

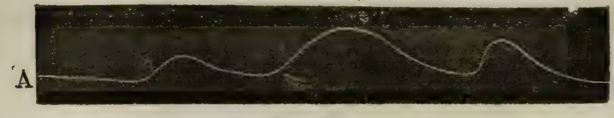


Fig. 21.

ou lorsqu'on produit une hémorrhagie lente, il n'y a plus ces énergiques mouvements que nous constations tout à l'heure; il faut regarder bien attentivement pour surprendre quelques vestiges de contractions qui souvent manquent absolument. L'exposition des intestins à l'air après l'ouverture de l'abdomen détermine quelquefois rapidement des troubles dans la circulation capillaire et par conséquent des mouvement péristaltiques (fig. 22). Ce tracé



Fig. 22.

a été pris sur l'intestin grêle d'un chien; au début il n'y avait pas de contraction, puis, quand la circulation s'est ralentier pa le contact de l'air et le refroidissement, les contractions sont devenues très-fortes.

Que conclure de ces diverses expérimentations? Comment expliquer ce surcroît d'activité produit par l'anémie? Nous ne pouvons admettre qu'un tissu ou un organe accomplit d'autant mieux ses fonctions qu'il reçoit moins de sang. Lorsque l'anémie survient rapidement, il y a une excitation des éléments anatomiques qui se trouvent subitement privés du fluide nourricier, il y a un véritable état de souffrance organique; avant de perdre pour toujours leurs propriétés, les cellules nerveuses intra-pariétales de l'intestin manifestent cet état de malaise en causant des mouvements désordonnés. Du reste, ce n'est pas là un fait isolé et particulier à l'intestin; ne sait-on pas que, dans les hémorrhagies rapidement mortelles, se montrent des convulsions générales qui

précèdent la mort; sur le cerveau, l'effet est plus rapide et presque instantané, mais la cause est la même.

Il est nécessaire, pour que le phénomène d'excitation se produise, que la suppression du sang soit prompte; si elle est lente, l'élément nerveux meurt peu à peu, les conditions de milieu ne sont pas brusquement changées, il n'y a pas production de mouvements.

Il en est de l'agonie des éléments anatomiques comme de celle du corps entier; si l'agonie est lente, la mort survient sans secousses; si elle est rapide, il y a des convulsions ou des mouvements non coordonnés.

Ajoutons un mot sur la forme des contractions de l'intestin après la section du bulbe et la suppression du cours du sang.

Lorsqu'on dit que le mouvement péristaltique est exagéré dans ces cas, cela doit s'entendre de l'intensité des contractions, mais non de leur fréquence; elles sont en effet rares, fig. 23 (section du bulbe sur un chien, la durée de chaque tracé est d'une minute et demie); on voit par notre graphique que l'amplitude des oscillations est considérablement augmentée, mais leur rareté est remarquable. Quelque temps avant de l'éteindre complétement, l'amplitude diminue et il y a souvent plus d'une minute d'intervalle entre chaque ascension.

Fig. 23.

RÉSUMÉ DE QUELQUES EXPÉRIENCES FAITES A L'AIDE D'UN MANOMÈTRE.

Nous plaçons ici quelques-unes de nos observations faites à l'aide du manomètre, dans lesquelles on trouvera plusieurs renseignements utiles sur la contraction normale et l'influence de la circulation; on y verra en outre la

confirmation des résultats obtenus au moyen de l'appareil enregistreur.

Expérience. — Sur un cobaye, on place le tube du manomètre vers la fin de l'intestin grêle et l'on sectionne le bulbe; la pression était de 5 centimètres et demi d'eau; après 30 secondes, les mouvements intestinaux deviennent très-marqués, il y en a 10 par minute, et les ascensions de la colonne d'eau sont d'un demi-centimètre; ces mouvements ne sont pas régulièrement espacés; il y a plusieurs ascensions coup sur coup, puis repos; au bout de 10 minutes les oscillations sont plus faibles et plus rares, mais elles persistent encore.

Expérience. — Chien fort et sain rendu insensible par le chloroforme.

On introduit le tube d'un mauomètre à eau vers la fin de l'intestin grêle, l'extrémité libre du tube est tournée vers l'estomac; on replace les intestins dans le ventre et l'on coud la plaie; comme l'intestin était vide, on y a d'abord injecté un peu d'eau et d'air.

La pression est de 5 centimètres et demi, il y a des ascensions de la colonne liquide qui correspondent exactement à chaque expiration, elles sont d'un demi-centimètre; au bout de 10 minutes, l'animal s'étant réveillé, la pression est de 3 centimètres et demi; les oscillations augmentent en même temps que les efforts de respiration, elles sont de près de 2 centimètres; les mouvements de l'animal les augmentent également. Pendant les cris, la pression monte à 11 centimètres.

On donne de nouveau le chloroforme et l'on introduit par le manomètre, resté en place, une certaine quantité d'eau dans l'intestin; on remarque alors quelques grandes oscillations qui sont indépendantes de la respiration, la descente dure deux fois plus de temps que l'ascension.

On pique le bulbe et la pression diminue d'abord, mais bientôt elle augmente de 2 centimètres et il se manifeste des oscillations (12 par minute); au bout de 4 minutes, les oscillations deviennent de plus en plus faibles; on ouvre alors l'abdomen et le contact de l'air les fait réapparaître pendant quelques instants.

Expérience.— Lapin à l'agonie à la suite d'infection purulente;

on injecte de l'air dans l'intestin grêle; après l'ouverture de l'abdomen, le manomètre donne 3 centimètres de pression, il y a dix oscillations par minute, elles sont d'un tiers de centimètre.

Expérience. — Un tube est enfoncé dans le gros intestin d'une grenouille; il présente des alternatives de sortie et de rentrée (d'un demi-centimètre), au bout de 10 minutes les mouvements du tube cessent complétement, si l'on vient alors à pousser le tube de façon à frotter la muqueuse, les contractions se manifestent de nouveau, ces contractions sont extrêmement lentes.

Expérience. — Après l'ouverture de l'abdomen d'un lapin, on place le tube du manomètre à 1 décimètre du cæcum en dirigeant l'instrument du côté de l'estomac. Pendant 45 secondes, on ne voit aucun changement, la pression est de 5 millimètres; puis les oscillations apparaissent; l'ascension est rapide et la descente lente; bientôt nous en comptons 15 par minute.

Expérience.— La veine porte d'un rat est saisie avec une pince à pression continue; les mouvements péristaltiques qui étaient rares disparaissent complétement; lorsqu'on enlève la pince, les mouvements reparaissent; on lie l'aorte et les mouvements deviennent très-forts.

On répète la même expérience avec les mêmes résultats sur deux autres rats et un cobaye.

Expérience. — On place le tube du manomètre dans l'intestin grêle d'un chien; l'animal est endormi par le chloroforme et les parois abdominales restent largement ouvertes. — Pression de 4 centimètres, pas la moindre oscillation; au bout de 10 minutes. On pique le bulbe, immédiatement il y a une ascension lente de de 9 centimètres, mais la hauteur de la colonne d'eau se maintient peu de temps, elle redescent lentement à 2 centimètres au-dessous du niveau primitif; elle reste à cette hauteur pendant 2 minutes, puis elle monte peu à peu et les oscillations commencent; elles sent de 3 à 4 centimètres et il y en a 11 par minute: la plupart du temps, l'ascension se fait en deux ou trois temps, la descente s'opère également par saccades, mais elle est plus lente.

En obturant complétement l'intestin à 1 décimètre au-dessus

de la canule, on ne change nullement le nombre et l'amplitude des oscillations.

Expérience.— Sur un rat, le tube du manomètre est placé dans l'intestin grêle à quelque distance du duodénum, — pression de 2 centimètres et demi. 20 oscillations par minute ; ces oscillations diminuent peu à peu, puis elles disparaissent complétement et la pression n'est plus que d'un demi-centimètre. Alors on pique le bulbe ; immédiatement, la pression, déjà si faible, s'abaisse et devient nulle; la colonne reste immobile ; au bout d'une minute, la pression remonte à 6 centimètres et les oscillations deviennent très-prononcées.

Expérience.— On ouvre l'abdomen d'un gros rat et l'on place le tube du manomètre vers la fin de l'intestin grêle ; suture des parois abdominales.

La respiration est précipitée et se fait avec effort ; à chaque inspiration, la colonne de liquide monte de quelques millimètres ; au début, on ne voit guère que l'influence de la respiration ; mais après deux minutes on remarque nettement l'influence des contractions péristaltiques, qui se traduisent par des ascensions de 1 demi-centimètre à 1 centimètre (13 par minute).

On tue l'animal par le chloroforme ; peu de temps après la mort, les oscillations, qui étaient devenues très-faibles, prennent un grand développement (4 centimètres), mais elles sont plus rares (7 par minute).

(*La suite au prochain numéro.*)

NOTE

SUR LES MYCODERMES DE L'URINE DES DIABÉTIQUES

Par M. de SEYNES

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Pendant ou après la fermentation, et dans des conditions qu'il serait hors de propos d'analyser ici, il se développe, à la surface du liquide fermenté, des végétaux, très-simples, unicellulés, appelés mycodermes, et dont le nom indique la propriété qu'ils ont de former, par leur agglomération, une pellicule plus ou moins dense.

On les rencontre aussi dans l'intérieur du liquide, comme la levûre qui végète tantôt à la surface, tantôt au fond des liquides. Les mycodermes ne sont, du reste, qu'une forme directement dérivée de la levûre, et se multipliant, comme elle, par voie de bourgeonnement. Si on les transplante dans l'eau ou dans des dissolutions très-étendues, les mycodermes se reproduisent par la formation, dans l'intérieur de leur cellule, d'une, deux ou plusieurs cellules secondaires qui s'isolent ensuite par rupture ou résorption de la cellule mère.

L'urine des diabétiques peut être considérée comme une dissolution sucrée étendue, surtout si la maladie est peu avancée; elle contient souvent des cellules végétales décrites sous le nom de ferment. Ces cellules peuvent se rencontrer aussi dans l'urine qui ne contient pas de sucre.

Ayant eu l'occasion d'examiner, le 29 août dernier, de l'urine de diabétique, rendue le 28, j'y ai reconnu des cellules mycodermiques présentant la formation intracellulaire ou endospore, que je viens de rappeler et que j'ai signalée dans une note présentée à l'Académie des sciences, le 13 juillet 1858. Il est inutile de renouveler ici la description que j'ai donnée dans les *Comptes rendus*, soit des utricules mycodermiques, soit de ce

nouveau mode de reproduction; mon but est simplement d'en signaler la présence dans l'urine sucrée et de reproduire par un dessin l'aspect sous lequel ces mycodermes se sont offerts à moi. La formation intracellulaire représentée, en *a* (1), dans la figure que je donne ici, est analogue à celle qui se produit à l'intérieur des



Mycodermes de l'urine des diabétiques se reproduisant en *b* par gémination, en *a* par formation intercellulaire.

mycodernes plongés dans un liquide; celle que l'on observe chez les mycodermes végétant à la surface d'un liquide a plus généralement lieu dans des cellules deux ou trois fois plus longues que les cellules mycodermiques ordinaires. Les mycodermes, représentés en *b*, sont dans leur état naturel; quelques-uns se reproduisent par bourgeonnement. Du reste, les uns et les autres ne diffèrent pas de l'espèce connue sous le nom de *Mycoderma vini*.

(1) Le trait indiquant la paroi des cellules mères a été figuré trop éloigné de la cellule fille intérieure, les membranes des unes et des autres se touchent et paraissent adhérer surtout dans les points où elles forment les parois dirigées dans le sens du plus grand axe des cellules.

OBSERVATIONS

ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

FAITES

SUR DES SUPPLICIÉS PAR DÉCOLLATION

Par M. Ch. ROBIN

Membre de l'Institut.

---

§ 1. — De l'état des veines cervicales et céphaliques.

Lorsqu'on vient à examiner les veines cervicales et céphaliques sur les suppliciés par décollation, on observe plusieurs faits qui offrent un certain intérêt au point de vue physiologique. Sur la surface de section, on aperçoit les veines nettement coupées, dont les parois sont là plus ou moins affaissées; les artères correspondantes rétractées ne montrent leur extrémité tranchée qu'à un centimètre ou environ plus profondément dans l'épaisseur des tissus (1).

Mais ce qui mérite surtout ici d'attirer l'attention des observateurs, c'est que la veine jugulaire interne, incomplétement revenue sur elle-même, a sa cavité pleine d'air. Celui-ci a remplacé le sang au moment de l'écoulement brusque du liquide; le gaz y reste, comme le montre la dissection, en raison de l'état habituel de tension de l'aponévrose cervicale, dû à ses insertions, et qui

(1) La section du cou a lieu, en général, au niveau du corps de la quatrième vertèbre cervicale, plus ou moins près de ses surfaces articulaires, soit supérieure, soit inférieure, et ordinairement vers son tiers inférieur; parfois même la section porte sur le disque inter-articulaire qui sépare la quatrième de la cinquième vertèbre. Presque toujours une portion de l'apophyse épineuse et une mince lame des apophyses articulaires de la quatrième vertèbre cervicale, tranchées sans brisure, restent adhérentes du côté du tronc, tandis qu'une petite partie des apophyses articulaires de la cinquième vertèbre, demeure fixée du côté de la tête. L'os hyoïde reste aussi adhérent, tantôt du côté de la tête, tantôt du côté du cou, souvent l'un de ses bords est dénudé par le tranchant ; deux fois j'ai vu une portion du corps de cet os nettement coupée rester adhérente du côté de la tête, pendant que l'autre partie et les cornes demeuraient attachées à la région sous-hyoïdienne.

maintient béantes les veines du cou fort au-dessus de l'os hyoïde. C'est ce qu'a bien fait remarquer Malgaigne (*Anatomie chirurgicale*, Paris, in-8°, 1859. 2e édit., t. II, p. 128), en discutant les observations anatomiques sur ce sujet faites par P. Bérard (1830), De Grusse (Thèse, 1849), Richet, etc. La dissection montre aussi quelquefois un peu d'air, à l'état de bulles, mêlé au sang dans le tronc des principales branches qui se jettent dans la jugulaire interne, comme celui des veines faciale et temporo-maxillaire. Il en est aussi parfois de même dans les veines qui entourent les apophyses transverses des premières vertèbres cervicales et communiquent avec la *jugulaire interne* par l'intermédiaire de la branche d'inosculation qui, de cette dernière, se rend à la partie supérieure de la *jugulaire postérieure*.

Le fait le plus constant à signaler actuellement consiste en la présence de l'air dans le golfe de la veine jugulaire, dans les sinus latéraux et les autres sinus de la base du crâne, ainsi que dans les deux sinus longitudinaux. De là on suit de grosses bulles d'air dans les veines de la pie-mère cérébrale et cérébelleuse, et jusque dans plusieurs de leurs subdivisions, le long des sillons séparant les circonvolutions. Sur le dernier supplicié que j'ai examiné j'ai trouvé, une heure après la mort, de grosses bulles d'air dans le sinus droit jusque dans la veine de Galien et dans ses deux grosses branches choroïdiennes. Je n'en ai jamais vu dans les veines des parois ventriculaires, ni dans celles qui plongent dans les substances cérébrales grise et blanche, quel que fût leur volume.

Ainsi l'air prend la place du sang partout où les dispositions anatomiques sont telles que les organes de la superficie du corps ne peuvent s'affaisser sur les veines à mesure que le liquide sort des vaisseaux brusquement ouverts. Au lieu du sang qui, sur le cadavre des sujets morts de maladie, remplit plus ou moins ces conduits, c'est de l'air seul ou mêlé de sang qu'on trouve dans les conditions de mort examinées ici. Quant aux petits vaisseaux intra-crâniens autres que ceux dont il vient d'être question, ils restent (comme sur les cadavres en général) plus pleins de sang relativement que dans les régions extra-crâniennes, l'incompressi-

bilité de la boîte crânienne à l'égard de la pression atmosphérique, mettant obstacle à leur retrait et par suite à l'expulsion du sang dans les gros troncs veineux. Ce fait s'observe, comme on le sait, même sur les hommes et sur les autres animaux morts d'hémorrhagie à la suite de blessures artérielles des membres, etc.

Sous ce dernier point de vue toutefois, les vaisseaux intra-crâniens autres que les sinus ne sont pas, sur les suppliciés, hors de l'influence de la pression atmosphérique comme sur les individus morts de maladie. On trouve, en effet, chez les premiers, de l'air à la place qui était occupée par le liquide céphalo-rachidien autour de la moelle, dans l'espace sous-arachnoïdien postérieur et plus ou moins dans les espaces de la base du crâne.

Ajoutons enfin, pour terminer ce qui concerne l'état des veines, que le tronc de la veine vertébrale adhérente aux parties ambiantes est peu revenu sur lui-même et contient de l'air.

Je me rappelle très-nettement que mon attention a été fixée sur la présence de l'air dans les sinus crâniens et dans les veines de la pie-mère, en 1844 et en 1845, par MM. les professeurs P. Bérard et Denonvilliers. Depuis lors, j'ai vérifié ces faits toutes les fois que j'ai eu occasion de disséquer des suppliciés, et trois fois en particulier dans ces deux dernières années. J'ai vainement cherché leur indication dans les traités de physiologie et d'anatomie. Il m'a également été impossible de retrouver où Béraud (*Éléments de physiologie.* Paris, 1858, 2e édit., t. II, p. 346) a puisé les éléments de la phrase suivante, la seule faisant allusion au sujet dont je parle qui soit parvenue à ma connaissance. « Examinez, dit Béraud, la tête d'un supplicié comme l'ont fait Béclard, Abercrombie et M. le professeur Bérard, ou bien encore examinez la cavité crânienne d'un individu mort d'hémorrhagie, vous y trouverez toujours une grande quantité de sang. »

Il est parfaitement vrai que les vaisseaux veineux intra-crâniens des suppliciés par décollation ne sont pas absolument exsangues. Il reste du sang dans la plupart des petites veines de leur pie-mère, dans celles également qui pénètrent les substances grise et blanche. Mais cette quantité est sensiblement moindre que sur la plupart des sujets morts de maladies diverses et plus ou moins

émaciés destinés aux dissections. De plus, ainsi qu'on vient de le voir, les sinus crâniens sont pleins d'air ou contiennent plus d'air que de sang ; il en est de même de plusieurs des veines qui leur arrivent, et beaucoup des branches de celles-ci contiennent des bulles d'air plus ou moins nombreuses mélangées à du sang ou le remplissant sur une certaine longueur et séparées les unes des autres par de petites colonnes de sang.

§ 2. — De l'état des artères cervicales et céphaliques. Conséquences physiologiques de cet état.

Nous avons, avec MM. Legros et Goujon, observé sur deux suppliciés une autre série de faits plus inattendus que les précédents touchant la présence de l'air dans les vaisseaux. Nous avons vu de l'air mêlé au sang dans les artères de la tête, dans les artères cérébrales et cérébelleuses, jusque dans les artérioles de la pie-mère. M. Legros a particulièrement étudié ces faits avec le plus grand soin au point de vue des expériences sur la circulation artérielle qu'il a faites avec M. E. Onimus (voyez *Journal d'anatomie et de physiologie*, 1868, p. 371).

Sur la tête d'un supplicié que j'ai disséquée deux heures après l'exécution, en septembre dernier, dans le but spécial d'étudier l'état des vaisseaux, j'ai constaté que les artères carotides interne et externe, incomplétement revenues sur elles-mêmes, contenaient du sang spumeux dans lequel le volume de l'air l'emportait notablement sur celui du sang. Toutes les branches de l'hexagone artériel de la base du crâne, très-sensiblement revenues sur elles-mêmes, contenaient du sang mêlé d'un certain nombre de bulles d'air. Il en était de même de l'origine de l'artère ophthalmique.

Quant aux artères cérébrales partant de la partie antérieure et et de l'arrière de l'hexagone, elles étaient considérablement revenues sur elles-mêmes sans être complétement vides de sang, et leur tronc avait l'aspect de petits cordons brunâtres, rénitents, épais de un millimètre et demi environ. Sur les deux autres suppliciés que j'ai observés antérieurement avec MM. Legros et

Goujon, les artères partant de l'hexagone cérébral étaient un peu moins rétractées et contenaient des bulles d'air en quantité au moins égale à celle du sang qui leur était mélangé.

Le tronc des principales branches de la carotide externe contenait du sang mêlé de bulles d'air ; ce fait était très-frappant dans la maxillaire et surtout dans l'artère méningée moyenne dont les branches contenaient des bulles d'air jusque vers le milieu de la hauteur des côtés de la voûte crânienne.

La section des artères vertébrales faite presque au ras de l'apophyse transverse de la quatrième vertèbre cervicale montrait de chaque côté un orifice béant à côté de celui de la veine ; l'artère, incomplétement revenue sur elle-même par suite de son adhérence aux organes ambiants, contenait plus d'air que de sang jusqu'auprès du tronc basilaire. Celui-ci, beaucoup plus revenu sur lui-même que les artères précédentes, contenait, comme les branches de l'hexagone, de petites colonnes de sang séparées par des bulles d'air. Il en était de même des artères cérébelleuses, mais à l'origine seulement.

Il est actuellement facile de comprendre sous quel point de vue ces faits sont dignes d'intérêt.

Tous les physiologistes connaissent l'expérience remarquable proposée par Legallois et si bien exécutée pour la première fois par Brown-Séquard (*Journal de la physiologie*. Paris, 1858, in-8, p. 119.), qui la décrit ainsi :

« Je décapitai un chien *en ayant soin de faire la section au-dessous de l'endroit où les artères vertébrales pénètrent dans leur canal osseux*. Huit minutes après, le pincement de la peau étant sans effet, j'appliquai un courant galvanique d'une intensité assez considérable, à la moelle allongée mise à nu, en ayant soin d'éviter le passage du courant par les parties voisines. Il ne se manifesta aucun mouvement. Les conducteurs appliqués à la protubérance ne produisirent aussi aucun effet. Dix minutes après la cessation des mouvements respiratoires des narines, des lèvres et de la mâchoire inférieure, j'adaptai aux quatre troncs artériels de la tête, des canules qui étaient en rapport par des tubes de caoutchouc avec un cylindre de cuivre par

lequel j'injectai du sang chargé d'oxygène à l'aide d'une seringue. En deux ou trois minutes, après quelques légers mouvements désordonnés, je vis apparaître des mouvements des yeux et des muscles de la face, qui semblaient être dirigés par la volonté. Je prolongeai l'expérience un quart d'heure, et, durant toute cette période, ces mouvements, en apparence volontaires, continuèrent d'avoir lieu. Après avoir cessé l'injection, ces mouvements cessèrent et furent bientôt remplacés par les convulsions des yeux et de la face, par les mouvements respiratoires des narines, des lèvres et des mâchoires, et ensuite par les tremblements de l'agonie. La pupille se dilata et se resserra ensuite comme dans la mort ordinaire.

« Cette expérience, ajoute Brown-Séquard, démontre positivement la possibilité du retour des propriétés vitales et des fonctions de l'encéphale, sous l'influence du sang chargé d'oxygène. »

Il n'est pas douteux que cette expérience, faite sur l'homme dans des conditions analogues à celles dans lesquelles Brown-Séquard s'est placé, donnerait des résultats de même ordre quant aux phénomènes d'innervation centrale, d'incitation motrice en particulier (1).

Il est bien certain même que des mouvements des paupières et des lèvres pourraient être déterminés dans ces conditions, en tant que retour du tissu nerveux à des actions réflexes, sinon à des

(1) Ajoutons que cette expérience et d'autres encore que décrit Brown-Séquard dans ce même travail, concluent en fait à la démonstration de l'autonomie fonctionnelle des cellules et des tubes nerveux centraux et périphériques, au même titre que celle des autres espèces d'éléments anatomiques dont les propriétés se manifestent tant que persiste l'état moléculaire caractéristique de l'état d'organisation et les relations de l'élément avec le sang permettant la rénovation moléculaire incessante de celui-ci. Il suffit que ces relations cessent pour que les éléments perdent leurs propriétés, et celles-ci qui ne reviendraient plus, si cet état était maintenu, réapparaissent pourtant dès que ces relations sont rétablies avant qu'ait lieu la décomposition chimique de tels ou tels principes dans la substance de l'élément. Alors qu'elle est encore trop légère pour modifier la forme ou la structure des éléments, cette décomposition est néanmoins suffisante déjà pour que n'existe plus l'état moléculaire particulier, qui est ce qu'offre de fondamental l'état d'organisation ; pour que, par suite, n'existent plus les conditions de cette rénovation continue, hors de l'accomplissement de laquelle nulle autre propriété d'ordre organique ne se manifeste.

mouvements volontaires, par le chatouillement ou le pincement de la peau de tel ou tel point de la face; mouvements obtenus d'une manière analogue à ce qu'a vu Brown-Séquard (*Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1851, t. XXXII, p. 856), en faisant des expériences de ce genre sur la partie postérieure du corps des lapins.

Mais on voit, d'après ce que j'ai dit plus haut de la présence de l'air dans les vaisseaux du cou et intracrâniens, que, contrairement à ce que quelques physiologistes ont pensé d'après les indications de M. Vulpian (*Leçons sur la physiologie du système nerveux*, Paris, 1866, in-8°, p. 460), cette expérience ne pourrait être faite sur une tête de supplicié. Elle ne pourrait réussir, ou du moins donner des résultats probants, que sur le corps d'un homme tué par des balles ayant frappé au-dessous du cou. Dans ces circonstances-là seulement, qu'il ne serait pas impossible de rencontrer, on pourrait pratiquer la section du cou *au-dessous de l'endroit où les artères vertébrales pénètrent dans leur canal*, condition dont Brown-Séquard n'a pas méconnu l'importance.

Il est indispensable, en effet, de diviser les artères en un point et même de le faire de telle façon que la rétraction de leurs parois puisse s'accomplir à mesure que le sang s'écoule, de manière que ce dernier ne soit pas partiellement rempli par de l'air comme au contraire le fait a lieu chez les guillotinés, pour les vertébrales. Il en est également ainsi pour les carotides, qui, instantanément et simultanément tranchées en travers et en totalité, perdent brusquement leur sang dans des conditions qui ne se rencontrent guère hors de ce mode d'exécution capitale.

Or, pour les vertébrales, ce retrait n'est pas possible, ou du moins ne s'accomplit qu'après une très-lente traction exercée sur le tissu lamineux ambiant, dans toute l'étendue de leur trajet, dans les trous de la base des apophyses transverses cervicales. Coupées sur un point de ce trajet, elles laissent inévitablement entrer de l'air à la place du sang qui en sort, et en raison de l'incompressibilité de la voûte crânienne, cet air en fait autant au delà dans les artères intra-cérébrales, qui se vident plus ou moins d'un individu à l'autre.

Quoique les conditions ne soient pas les mêmes, sous ce rapport. pour les carotides, il est cependant certain que, sur les suppliciés par décollation, elles ne sont pas revenues sur elles-mêmes jusqu'à complète oblitération, et qu'elles contiennent de l'air qui s'étend jusque dans telles ou telles de leurs branches, comme nous l'avons vu plus haut.

De là l'impossibilité de faire sur une tête de supplicié par décollation, quelques minutes après la mort, une injection susceptible de donner des résultats tels que ceux que Brown-Séquard a obtenus en se plaçant dans les conditions qu'il a notées.

On sait, en effet, que, dans toute injection pratiquée dans les artères ou dans les veines, l'une des précautions essentielles à prendre consiste à éviter de pousser de l'air devant la colonne de liquide introduite. Autrement, que le fait ait lieu sur le vivant ou sur le cadavre, on voit la présence des bulles ou de la colonne d'air, dans les petits vaisseaux ou dans les capillaires, mettre obstacle à la progression du liquide, et bientôt la continuation de la pression amène des ruptures des conduits avec épanchement en foyer, ou avec infiltration du fluide entre les éléments du tissu ambiant. De là des épanchements apoplectiques artificiels allant, dans ce cas, contre le but même de l'expérience; car les résultats obtenus ne seraient certainement pas comparables à ceux qu'ont donnés les expériences faites sur les chiens, et dès lors on serait porté à conclure à des dissemblances qui n'existent pas entre leurs actes fondamentaux d'innervation. Les résultats pourraient même être nuls, alors, sans qu'il y eût logiquement aucune conclusion à en tirer.

Ainsi les circonstances dans lesquelles les vaisseaux sont coupés sur les suppliciés par décollation sont telles, que l'air prend la place du sang qui jaillit; et cela, non-seulement dans les veines, mais encore dans les artères où du sang devrait être poussé pour remettre les éléments nerveux dans des conditions de constitution interne telles que leurs propriétés éteintes puissent réapparaître.

Les conditions qui rendent l'expérience valable et probante manquent donc ici, et celles qui existent constituent, dans ce cas

particulier, des difficultés impossibles à surmonter pour atteindre le but cherché. Ce n'est, du reste, là, qu'un exemple de plus parmi ceux qui montrent combien, dans la conception et dans l'exécution de toute expérience, il faut tenir compte des conditions d'accomplissement du phénomène que l'on cherche à modifier pour le mieux analyser, et comment, à cet égard, nulle supériorité intellectuelle ne peut se substituer à l'observation de ces conditions, d'ordre organique, chimique et physique.

On peut considérer comme certain, du reste, que les phénomènes d'innervation centrale mis en évidence par les mouvements observés sur le chien pendant l'expérience de Brown-Séquard, et que ceux qui pourraient être constatés sur l'homme en se plaçant dans des conditions analogues, ne sauraient être regardés comme associés et coordonnés en pensées devenant motifs de l'exécution volontaire de tels ou tels mouvements.

Pour qui a étudié, comme le font les physiologistes et les médecins, les conditions, tant intrinsèques qu'extrinsèques, nécessaires à la régularité des actes intellectuels, le seul fait de l'absence du liquide céphalo-rachidien dans la tête séparée du tronc, suffit indépendamment des questions de pression et de régularité du cours du sang injecté, pour porter à croire que les actes d'innervation cérébrale, qui se manifestent alors, ne sont guère comparables qu'à ceux dont les hommes ne gardent pas le souvenir, et qui ont lieu, par exemple, au début de la cessation d'une syncope, ainsi que dans le délire, durant un accès de fièvre, etc.

§ 3. — De l'état des artères et des veines du côté du tronc.

Sur les trois suppliciés, qui ont été particulièrement observés, dans le but de déterminer l'état des vaisseaux, nous avons trouvé l'artère et la veine vertébrales, du côté du tronc, incomplétement revenues sur elles-mêmes, contenant de l'air seulement, et montrant l'orifice provenant de leur section transversale avec des lèvres un peu affaissées, mais béant.

Les deux carotides primitives, incomplétement revenues sur elles-mêmes, contenaient de l'air, et l'on trouvait ce gaz avec du

sang spumeux dans toute l'étendue de la sous-clavière de chaque côté, ainsi que dans l'origine de quelques-unes des artères qui en partent.

La crosse de l'aorte et une portion de l'aorte descendante thoracique, bien que très-notablement revenues sur elles-mêmes, contenaient du sang spumeux dans lequel le volume de l'air l'emportait notablement sur celui du sang auquel il était mélangé.

Je n'ai trouvé aucun auteur qui ait signalé la présence de l'air dans les artères du côté de la tête, et dont il a été question dans le paragraphe précédent. Mais il est intéressant de rapprocher, des faits qui viennent d'être mentionnés, les suivants, qui ont été observés, à Brest, par M. le professeur Marcellin Duval et par ses assistants.

Sur deux suppliciés, observés cinq ou six minutes après la décollation, les extrémités des artères carotides primitives se soulevaient par saccades régulières, s'allongeaient et dépassaient alors le niveau du plan de section du cou, pour revenir ensuite sur elles-mêmes.

A chaque impulsion, une petite quantité de *sang écumeux* vermeil s'échappait par l'ouverture béante des carotides. Du sang s'écoulait aussi par les veines jugulaires internes. Il était *également spumeux*, mais de couleur plus foncée (M. Duval, *Expériences sur des suppliciés.* Congrès médical international de Paris, 1868, in-8°, p. 524).

Il est bien certain, d'après les faits précédents, que l'air pénètre dans les artères carotides, par suite de la tendance au vide amenée par le retrait graduel du poumon, bien qu'il n'y puisse entrer que pendant la courte durée de chaque période de la diastole cardiaque.

Sur le premier des suppliciés, dont nous avons disséqué les vaisseaux dans le but de constater la nature de leur contenu, la carotide primitive gauche avait été déchirée plutôt que coupée. Son extrémité tranchée était un peu conique, filandreuse du côté du tronc. Un caillot existait là entre les lèvres de la section artérielle et dans toute l'étendue du bras, le vaisseau et ses branches

peu revenus sur eux-mêmes, étaient pleins de sang, à côté des veines correspondantes qui étaient presque vides. Au contraire, dans les autres membres et dans le tronc, les artères complétement revenues sur elles-mêmes étaient exsangues.

Dans les parois du tronc et dans les membres, les tissus sont d'une manière générale exsangues ; mais il reste pourtant toujours un peu de sang dans les veines satellites des artères qui n'en contiennent pas. Il y en a plus ou moins d'une veine à l'autre. C'est ainsi que les veines testiculaires, diaphragmatiques, mammaires, internes, péricardiques, etc., en contiennent ordinairement plus que les veines satellites des artères des membres et des parois abdominales.

Quant aux veines jugulaires internes, axillaires, sous-clavières, brachio-céphalique et cave supérieure, on les trouve complétement pleines d'air. Ici le gaz a naturellement remplacé le sang qui s'écoulait par la jugulaire interne, en raison de l'état de dilatation dans lequel les maintiennent leurs adhérences avec les aponévroses et autres organes auxquels elles adhèrent, ainsi que l'a bien fait connaître P. Bérard (*Archives générales de médecine*, Paris, 1830, t. XXIII, p. 170).

L'oreillette, l'auricule et le ventricule droits étaient pleins de gaz sur deux suppliciés, et l'artère pulmonaire contenait du sang noir avec quelques grosses bulles d'air. Sur le troisième, l'auricule, l'oreillette et le ventricule droits contenaient du sang très-spumeux dans lequel les gaz représentaient une masse bien plus considérable que le liquide. Nous reviendrons, dans le paragraphe suivant, sur ce point, qui n'est mentionné ici que pour arriver à dire que, deux fois sur trois, il y avait des bulles d'air séparant de petites colonnes de sang dans les veines cardiaques, jusqu'au point où elles n'avaient plus qu'un millimètre environ de large.

Sur tous les sujets, il y avait des gaz dans le tronc de la veine cave, et, sur l'un d'eux, on en voyait de grosses bulles mêlées au sang jusqu'au niveau des veines rénales et dans le tronc des veines sus-hépatiques.

La veine porte contenait du sang sur tous les suppliciés observés, aussi bien dans ses branches que dans le tronc principal,

mais toutefois sensiblement moins que sur le cadavre des individus morts de maladie. Ce dernier fait se comprend aisément, en raison de ce que le sang des artères mésentériques, au lieu d'être chassé dans les capillaires, puis dans les veines correspondantes, par le retrait artériel consécutif à la mort, s'écoule chez les suppliciés du côté de l'aorte et dans la cavité de ce conduit qui se vide par les carotides et les vertébrales tranchées.

L'indication de la présence de l'air dans les veines du cou et du cœur des suppliciés par décollation, oblige de noter avec soin l'absence de gaz dans la veine porte. Il existe, en effet, des animaux, tels que les poissons plagiostomes, dans le sang de la veine cave et des veines sus-hépatiques desquels a lieu un dégagement spontané de gaz, en quantité assez grande pour distendre les vaisseaux. Ce dégagement commence aussitôt après la mort par asphyxie de l'animal placé hors de l'eau. (Voyez Ch. Robin, art. HYGROLOGIE, *Dictionnaire d'Histoire naturelle* de d'Orbigny, Paris, 1868, 2e édit., in-8, t. VII, p. 489 et suiv., et *Des tissus et des sécrétions*, Paris, 1869, in-8, p. 100.)

Le sang de la veine splénique contenait des leucocytes en quantité double à peu près de ce qu'on voyait dans des gouttes de même volume du sang de l'artère splénique et des veines du bassin. Il nous a été facile de constater que l'eau et l'acide acétique agissaient sur ces leucocytes de la veine splénique, comme sur ceux du sang, du pus, des mucus, etc. L'action de ces liquides était, au contraire, fort différente, c'est-à-dire presque nulle sur les épithéliums nucléaires sphériques obtenus en comprimant un peu le parenchyme de la rate, de manière à exprimer et chasser, en quelque sorte, de la boue splénique mêlée au sang dans les gros vaisseaux de l'organe.

Les veines sus-hépatiques ne contenaient presque plus de sang, surtout comparativement aux branches hépatiques de la veine porte.

§ 4. — État du cœur et des vaisseaux pulmonaires.

Sur deux des suppliciés observés dans mon laboratoire, l'oreillette et l'auricule droites étaient entièrement pleines d'air. Elles

se sont affaissées dès qu'elles ont été coupées, et leur face interne était un peu humectée de sang. Sur ces sujets, il y avait des bulles d'air séparant de petites colonnes de sang dans les veines cardiaques, ainsi que je l'ai noté plus haut.

Leur ventricule droit, aplati, affaissé, contenait seulement un peu de sang spumeux formé d'un volume à peu près égal de gaz et de liquide.

L'artère pulmonaire et ses branches, notablement revenues sur elles-mêmes, contenaient du sang noir, sans bulles d'air, sur l'un de ces cadavres.

Sur les deux autres suppliciés, l'artère pulmonaire se trouvait dans le même état; mais le sang, quoique foncé, était mêlé d'un certain nombre de bulles d'air dont la présence était aisée à constater, dans le tronc artériel particulièrement.

Sur l'un de ces trois cadavres, l'oreillette et l'auricule ainsi que le ventricule droits, très-notablement affaissés, ne contenaient que du sang spumeux, formé d'un volume à peu près égal de gaz et de sang. Ce sujet est un de ceux chez lesquels des bulles d'air étaient mêlées au sang dans le tronc de l'artère pulmonaire; les veines cardiaques n'en renfermaient pas.

D'après ce qui a été dit plus haut sur les conditions qui favorisent la pénétration de l'air dans les veines caves supérieures, on comprend que les mouvements respiratoires cessant après la section du cou, la réplétion gazeuse de l'oreillette droite est inévitablement favorisée par le retrait graduel du poumon, retrait comblé simultanément par l'entrée de l'air dans les veines et dans le cœur droit en haut, par l'ascension du diaphragme et des organes sous-diaphragmatiques en bas.

Sur tous ces individus, l'oreillette gauche était entièrement vide, bien qu'il y eût un peu de sang non coagulé dans les veines pulmonaires.

Le ventricule gauche formait une masse ferme plus grosse que celle du ventricule droit, dont les parois étaient restées molles et flasques. Chez tous, le ventricule gauche, fortement revenu sur lui-même, était vide, à l'exception d'une petite quantité de sang qui se trouvait comme enclavée dans le cul-de-sac formé par la

cloison inter-ventriculaire et la valve correspondante de la valvule mitrale. Sur l'un d'eux, ce sang, déjà coagulé, formait une petite masse qui avait environ l'étendue d'une pièce de cinq francs en argent. Son épaisseur était un peu plus considérable que ces pièces, surtout vers le fond du cul-de-sac ; il s'amincissait graduellement en approchant du côté du bord libre de la valvule, au niveau duquel il se terminait.

La présence de cette petite quantité de sang dans le ventricule gauche des trois suppliciés prouve bien que les ventricules ne se vident pas d'une manière absolument complète lors de chaque systole (1).

Sur le plus jeune des sujets observés, il y avait en outre, à gauche, entre les trois grosses colonnes charnues *de la valvule mitrale*, un caillot irrégulier du volume d'une amande. Il était mou, noir, sans trace de fibrine qui fût dépourvue de globules rouges. Il paraissait être le produit du dernier déversement de l'oreillette gauche dans le ventricule déjà immobile, oreillette ayant elle-même reçu du sang qui venait de traverser les poumons après la cessation de tout mouvement inspiratoire.

Hiffelsheim, en montrant que dans la circulation *le cercle sanguin n'est interrompu sur aucun point* (2), a nettement mis en relief l'importance de la question de savoir si dans chaque systole ventriculaire la cavité des ventricules se vide complétement, question déjà résolue négativement par Sénac, Bartholin, J. Müller, etc., dont beaucoup de physiologistes tiennent peu de compte et dont Bérard a donné un historique (*Cours de physiologie*, Paris, 1851, t. III, p. 643). Cette importance est devenue plus grande encore par la démonstration expérimentale de ce fait, que la capacité de chaque ventricule l'emporte d'un cinquième au quart sur celle de l'oreillette correspondante (Hiffelsheim et Ch. Robin, année 1864 de ce Recueil, p. 416). M. Chauveau a fait

(1) Aucun des auteurs que j'ai pu consulter n'a parlé du contenu des cavités du cœur sur les suppliciés, non plus que de l'influence de leur réplétion sur les contractions des parois de cet organe, fait dont il sera question dans le paragraphe suivant.

(2) Hiffelsheim, *Journal de chimie et de physique* de Laurent, Gerhardt et Nicklès, in-8°, 1849. *Comptes rendus* et *Mém. de la Soc. de biologie*. Paris, 1854, in-8°, p. 273. *Journal de l'anatomie et de la physiologie*. Paris, 1864, in-8°, t. I, p. 437.

voir aussi qu'à la fin de chaque systole ventriculaire il existe sous la voûte valvulaire du cœur gauche et du cœur droit du cheval une cavité conique qui contient encore une certaine quantité de sang (*Gazette médicale*, 1856, et Béraud, *Eléments de physiologie*, Paris, 1858, 2e édit., t. II, p. 287).

§ 5. — Expériences sur les contractions du cœur.

Le cœur du premier des trois suppliciés dont il est question dans cette note a été observé près de sept heures après la mort. Celui du second l'a été dix heures seulement après l'exécution. Aucune expérience n'a été tentée sur eux. L'observation la plus attentive n'a fait découvrir aucun mouvement spontané de ces organes, non plus qu'au contact du doigt ou de la piqûre avec la pointe d'un scalpel.

Avant de rapporter les observations que j'ai faites sur les mouvements du cœur du troisième supplicié, je rappellerai que M. Marcelin Duval a constaté les faits que voici : « La poitrine est rapidement ouverte *sept minutes* environ après la mort de l'un des suppliciés. Avant l'incision du péricarde, on distingue les battements du cœur à travers les deux feuillets de cette membrane. Au moment de l'incision, il s'écoule environ 40 grammes de sérosité limpide et légèrement citrine.

» Le cœur mis à découvert, sans modification aucune de ses rapports, présente les phénomènes suivants :

» Après un temps d'immobilité très-court, mais appréciable, l'auricule se redresse brusquement et s'écarte de l'aorte, qu'elle laisse à découvert, puis elle retombe rapidement et reprend sa position première.

» Il y a expansion de l'oreillette (comme si elle était distendue par un liquide).

» Pendant son redressement, l'auricule s'allonge, et les franges et dentelures du pourtour s'écartent, à la manière des doigts palmés, pour se rapprocher ensuite lorsque l'appendice retombe.

» Le double mouvement, parfaitement rhythmique, s'est reproduit quarante-huit fois pendant la première minute ; mais il s'est bientôt ralenti, et, dans le cours de la cinquième minute, il n'avait

plus lieu que sept fois. Sur le premier supplicié (1850), l'auricule droite a présenté, pendant une heure et quart, des mouvements ou battements énergiques, réguliers, qui, dans le principe, étaient au nombre de quarante-trois ou quarante-quatre par minute, et qui ont persisté malgré l'ablation du foie, de l'estomac, de l'intestin, du diaphragme et même des poumons.» (M. Duval, *loc. cit.*, 1867, p. 524, et journal *la France médicale*, août 1867.)

Le cœur du troisième supplicié que j'ai eu entre les mains a été mis à découvert à sept heures du matin, l'exécution ayant eu lieu à cinq heures quarante minutes ou cinq heures quarante-cinq minutes.

Les observations faites sur ce sujet l'ont été en présence et avec l'aide de M. Dupré, chirurgien de l'hôpital de Bourg (Ain), et des deux internes de cet hôpital, qui, par leur habileté comme anatomistes, m'ont été d'une grande utilité, ce dont je ne saurais trop leur adresser mes remercîments.

J'ai déjà dit que le ventricule gauche du cœur de ce sujet était rétracté et dur; que l'oreillette et l'auricule gauches, tout à fait vides, étaient affaissées; que le ventricule droit, bien que contenant un peu de sang spumeux, formait une masse d'un volume moindre que celle du ventricule gauche. L'oreillette et l'auricule droites, en partie revenues sur elles-mêmes, contenaient aussi du sang spumeux.

Ces organes étaient tout à fait immobiles, sans contractions, même lorsqu'on les piquait ou lorsqu'avec le doigt on grattait légèrement leur surface, et bien qu'ils fussent encore chauds.

J'avais appris déjà, par d'autres expériences physiologiques, que la principale des conditions normales qui déterminent la contraction des organes creux à parois musculaires, consiste en un certain degré de réplétion maximum de leur cavité, sans distension excessive de leurs parois, quelle que soit, du reste, la nature du corps qui les remplit, dès l'instant qu'il ne les attaque pas chimiquement ni mécaniquement.

Après quelques minutes d'examen de l'état du cœur laissé en place, j'insufflai, en conséquence, de l'air, à l'aide d'une sonde introduite dans l'un des troncs brachio-céphaliques veineux, pen-

dant que la veine cave inférieure était oblitérée, par compression, au-dessous du diaphragme.

Aussitôt que l'oreillette droite et son auricule furent devenus saillants, par suite de leur complète réplétion, avec réplétion un peu moins parfaite du ventricule droit. Ces organes entrèrent spontanément en contractions parfaitement rhythmiques, au nombre de 60 à 64 par minute.

Ces contractions commençaient par le sommet de l'auricule, sur laquelle elles étaient vermiformes, et dont elles déterminaient le redressement d'une manière sensible. La contraction de cet organe était comme péristaltique et vermiforme; dès qu'elle s'était propagée à la base de l'auricule, toute la portion correspondante de l'oreillette même, et, en même temps, l'extrémité opposée de l'oreillette (qui correspond à peu près au-dessus de l'orifice valvulaire de la veine coronaire), ainsi que sa portion située au niveau de l'abouchement et des veines caves, étaient prises d'une contraction qui se propageait rapidement sur tout l'organe, jusqu'à rencontre de l'une et l'autre vers l'attache de l'oreillette au ventricule. Aussitôt cette contraction éteinte, vers la base du ventricule, on voyait le ventricule droit se contracter du sommet vers sa base.

Ces contractions ventriculaires étaient très-faibles, ne déterminaient pas une diminution sensible du volume de l'organe, si ce n'est lorsqu'à leur début on grattait légèrement la surface avec le dos d'un scalpel, et après un petit nombre de systoles, elles restaient bornées à une portion seulement des parois ventriculaires droites du côté de la pointe.

Celles de l'oreillette, au contraire, étaient énergiques, comme accompagnées d'un effort pour expulser le contenu, ce qui n'avait pas lieu en raison des conditions expérimentales adoptées; car celles-ci nous faisaient maintenir l'oblitération des vaisseaux aboutissant au cœur droit, de sorte que l'oreillette ne s'affaissait guère pendant chaque systole, que proportionnellement à la compression qu'elle faisait éprouver à l'air. L'élasticité du gaz était ensuite la cause de la diastole auriculaire.

Malgré ces précautions, au bout de 8 minutes, l'oreillette et le

ventricule s'étant notablement vidés, les contractions de l'oreillette sont devenues convulsives, c'est-à-dire saccadées, tremblotantes, plus fréquentes, bien que continuant à s'accomplir de l'auricule vers la base du ventricule, selon l'ordre indiqué plus haut.

L'insufflation d'une nouvelle quantité d'air ayant ramené l'oreillette à son état de réplétion première, les contractions ont repris toute leur régularité. Au bout de 3 à 4 minutes, le cœur droit ayant été désempli d'une portion de son contenu gazeux, les contractions ont pris, aussitôt, le caractère saccadé dont il vient d'être parlé et qui imitait, pour l'œil, ce que les font supposer être dans certaines palpitations du cœur, les sensations que celles-ci font éprouver.

La régularité de la systole auriculaire a été ramenée aussitôt par une réplétion nouvelle du cœur.

Cette expérience ayant été répétée plusieurs fois, nous laissâmes s'échapper tout l'air de l'oreillette et du ventricule droits. Aussitôt toute contraction cessa, même au contact de la pointe du scalpel. Les battements rhythmiques reprirent avec toute leur régularité dès que le cœur droit fut rempli de nouveau. Cette expérience fut reprise plusieurs fois avec les mêmes résultats.

Ces observations avaient duré 30 minutes. Nous portâmes alors notre attention sur le cœur gauche. L'oreillette distendue par l'air n'entra pas spontanément en contraction : elle ne le fit que sous l'influence d'un chatouillement avec une pointe mousse, et elle ne donna même que des contractions fibrillaires, ne s'étendant pas à toute la paroi.

La paroi du ventricule gauche, très-dure, revenue sur elle-même, nullement distendue par l'insufflation, ne donna aucun signe de contractilité.

Ayant, un peu plus tard, rempli de nouveau le cœur droit (2 heures et demie après l'exécution), nous n'avons obtenu aucune contraction spontanée du ventricule ni de l'oreillette. Toutefois, celle-ci se contractait, mais faiblement, et non dans toute son étendue, quand on grattait légèrement sa surface.

Plusieurs fois sur des chiens morts d'hémorrhagie pendant des

expériences diverses, et récemment encore sur un lapin tué dans ce but, par section du cou, j'ai vu les contractions du cœur gauche et celles du cœur droit recommencer spontanément après leur réplétion par de l'air, alors qu'elles avaient cessé depuis quelques minutes. Mais par suite de conditions dont je ne me rends pas encore compte, je n'ai jamais vu ces contractions conserver leur rhythmicité aussi longtemps que sur le supplicié dont je viens de parler.

Toujours, après un petit nombre de contractions régulières, et parfois dès la reprise de la systole, elles étaient tremblotantes et saccadées ou ne s'étendaient qu'à une portion de l'oreillette et du ventricule.

Il est difficile de savoir, en présence des faits précédents et en l'absence de tout renseignement sur le contenu du cœur, quelle peut être la validité de l'observation d'Emmanuel Rousseau, rapportée par M. Richelot, d'après les souvenirs de Rousseau (*Œuvres de Hunter*, traduction française, Paris, 1843, in-8°, t. III, p. 148, en note), observation d'après laquelle il aurait vu battre le cœur d'une femme guillotinée, 24 *heures* après l'exécution. C'était principalement une des oreillettes qui fonctionnait.

Les autres cavités du cœur se tuméfiaient et revenaient sur elles-mêmes alternativement, mais leur mouvement était plus obscur que celui de l'oreillette. Ces battements, dit l'auteur, ont persisté encore plus de 3 heures.

Pendant les expériences, dont il a été question plus haut, on voyait très-nettement, après la réplétion des oreillettes et des auricules par de l'air, comment leur paroi musculaire mince est comprise entre deux membranes séreuses, minces aussi, mais tenaces; comment, par places, les faisceaux musculaires écartés laissent des espaces libres en forme d'étroites boutonnières, longues de quelques millimètres à un centimètre et plus, espaces dans lesquels les deux séreuses, l'endocarde et le péricarde, sont adossées et soudées l'une à l'autre. Par suite de cette disposition, le contenu des oreillettes n'est séparé de la cavité péricardique que par l'épaisseur du feuillet transparent, résultant de la fusion des deux séreuses cardiaques, qui, du reste, ainsi que je l'ai montré ail-

leurs, sont, en raison de leur texture, les organes auxquels le cœur doit principalement sa résistance à la rupture par distension. (Voir dans ce Recueil, année 1864, p. 426 à 428).

§ 6. — Sur quelques phénomènes d'actions réflexes et de contractilité.

M. Duval a observé sur deux suppliciés, en 1868, des mouvements par actions réflexes de la plus grande évidence :

« En *pinçant* la peau, et surtout en lui donnant avec la main un petit coup brusque, on voyait presque immédiatement les muscles sous-jacents se contracter ; cette contraction était assez lente à s'éteindre.

» Cette expérience a été répétée un grand nombre de fois, spécialement sur les membres. Entre autres muscles, la contraction du deltoïde, du biceps brachial, des muscles antérieurs de la cuisse et des gastro-cnémiens, se traduisait par un relief des plus manifestes.

» Chez le premier sujet, le pouvoir réflexe existait encore une heure trois quarts après la décapitation. Les mouvements réflexes étaient toutefois plus lents à se produire et moins prononcés que dans la première heure ; la percussion excito-motrice devait être plus énergique ou le *pincement* plus fort.

» Sur le second sujet, l'action réflexe était appréciable une heure un quart après la mort.

» Les muscles du cou ont été pendant plus de trois quarts d'heure le siége de contractions fibrillaires très-visibles sur leur surface de section, et cela sans aucune excitation préalable, soit mécanique, soit électrique. » (M. Duval, *loc. cit.*, p. 522, et *France médicale,* août 1867.)

M. le docteur Dupré, ses internes et moi, avons également observé, sur le supplicié que nous avons eu sous les yeux, des phénomènes de contraction sur les muscles du cou, tels que ceux que décrit ici M. Duval.

Sur tous les muscles, du thorax et de l'abdomen, coupés pour la dissection, des contractions se produisaient aussi plusieurs fois plus ou moins longtemps après la section, en dehors de toute excita-

tion mécanique ou physique, ce que l'on voit du reste sur tous les animaux que l'on dissèque peu après la mort. Ces contractions sont certainement suscitées par l'état physique, nouveau pour chaque faisceau strié, qu'apportent la dessiccation, les changements de température, etc., sur leur portion tranchée et exposée à l'air.

Je veux seulement noter que lorsque nous avons quitté l'amphithéâtre, à 9 heures, c'est-à-dire plus de 3 heures et quart après l'exécution, des faisceaux non coupés du diaphragme, et encore recouverts par le péritoine et par la plèvre, se contractaient encore de temps à autre, assez énergiquement, presque d'une manière rhythmique, sans intervention physique ou mécanique de notre part.

Nous avons de plus déterminé des contractions des muscles de l'abdomen et des bras par le pincement de la peau, avec ou sans torsion de celle-ci à l'aide des ongles ou des pinces à dissection, pincement pratiqué au niveau des muscles dont il s'agissait de susciter les mouvements, et en ayant soin de ne pas les comprimer, ni les tirailler.

Des contractions, amenant un relief plus considérable encore des muscles, étaient obtenues en frappant la peau perpendiculairement à la direction des faisceaux contractiles, soit avec le bord de la main, soit avec le dos d'un scalpel. Mais cette cause des contractions n'est pas de même ordre que le pincement. Par la percussion, en effet, on agit directement et mécaniquement sur les faisceaux musculaires, malgré l'interposition de la peau, du tissu adipeux et du tissu lamineux sous-jacents, comme on le fait quand on frappe un muscle rouge mis à découvert.

Au contraire, dans le cas de pincement de la peau suivi de la contraction des muscles sous-jacents, les phénomènes sont, sur le tronc des suppliciés par décollation, de même ordre que les mouvements par actions réflexes proprement dites ; c'est-à-dire que, sans intervention des actes d'innervation cérébrale, dits de perception sensitive et de volonté, l'impression du pincement est transmise aux cellules des cornes postérieures de la moelle, puis celles-ci, par l'intermédiaire de leurs anastomoses avec les cellules

des cornes antérieures placées au même niveau, suscitent l'activité motrice de ces dernières, action que les tubes des racines antérieures transmettent aux muscles.

Parmi les phénomènes de cet ordre que nous avons constatés dans les essais dont il vient d'être question, le plus important est le suivant, observé une heure environ après l'exécution. Le bras droit se trouvant étendu obliquement sur les côtés du tronc, la main à 25 centimètres environ en dehors de la hanche, je grattais la peau de la poitrine, avec la pointe d'un scalpel, au niveau de l'auréole du mamelon, sur une étendue de 10 à 11 centimètres, sans exercer de pression sur les muscles sous-jacents. Nous vîmes aussitôt le grand pectoral, puis le biceps, le brachial antérieur probablement, et les muscles couvrant l'épitrochlée, se contracter successivement et rapidement.

Le résultat fut un mouvement de rapprochement de tout le bras vers le tronc, avec rotation du bras en dedans et demi-flexion de l'avant-bras sur le bras, véritable mouvement de défense, qui projeta la main du côté de la poitrine jusqu'au creux de l'estomac. Le pouce, qui était demi-fléchi vers la paume de la main, et les autres doigts demi-fléchis sur le pouce, ne présentèrent aucun mouvement.

Le bras ayant été remis dans la position qu'il occupait avant, nous le vîmes exécuter un mouvement semblable au précédent au moment où la peau fut grattée de la même manière un peu au-dessous de la clavicule.

Cette expérience réussit quatre fois, mais à chacune d'elles le mouvement était moins étendu, après quoi le grattage de la peau n'amena plus que des contractions du grand pectoral ébranlant à peine le bras. Nous n'avons, du reste, fait aucun essai plus tard, pour voir si l'innervation, épuisée par l'exercice, se rétablissait, dans ces conditions après un certain temps de repos comme dans les expériences ordinaires sur les mouvements par actions réflexes.

Lorsqu'après avoir fait les diverses observations et expériences rapportées dans les paragraphes précédents, nous portâmes notre attention vers la tête et vers la moelle épinière, nous trouvâmes toute excitabilité de celle-ci déjà éteinte, et nous n'obtînmes

également aucun mouvement en pinçant la peau des lèvres, des joues, de la conjonctive, ou en grattant la cornée. Nous n'avions du reste pas d'appareil électrique à notre disposition.

Les faits exposés dans ce paragraphe ne font que confirmer chez l'homme ceux qui, si souvent constatés chez divers animaux depuis Proschaska, Le Gallois, Marshall-Hall, etc., montrent qu'en dehors de toute intervention des actes nerveux cérébraux, appelés actes de perception et de volonté, une corrélation fonctionnelle inévitable existe entre tels ou tels téguments donnés, et les muscles qu'ils recouvrent, par suite de ce fait, que les tubes des racines nerveuses, d'une même paire, vont se terminer dans une même étendue, au même niveau en quelque sorte, les uns au tégument, les autres dans les organes qu'il recouvre. Si, d'autre part, on tient compte de la configuration et des insertions des muscles, ainsi que de la disposition des surfaces et des ligaments articulaires autour desquels ils s'étendent, on constate, de fait, que la contraction simultanée ou successive de ces muscles détermine fatalement un mouvement régulier et coordonné, bien qu'automatique et ni préconçu, ni spontané ou instinctif, contrairement à ce qu'admettent encore beaucoup de ceux qui interprètent et généralisent ces actes en dehors des données de l'anatomie et de la physiologie.

En ce qui touche les actes accomplis, par les nerfs mis en jeu dans ce cas, ils consistent en une *transmission* par les tubes dits sensitifs, de l'impression causée par le pincement, etc., jusqu'aux cellules des cornes grises postérieures, qui, par un acte d'innervation analogue à ceux dits de *perception*, mais sans leur être semblable, suscitent l'activité dite *motrice* des grosses cellules des cornes antérieures correspondantes ; *motricité* transmise jusqu'aux muscles par les tubes qui partent de ces cellules et qui forment les filets des racines antérieures et des nerfs moteurs. Ce sont surtout ces actes de *motricité* qui ont particulièrement été considérés comme de nature intellectuelle, tant qu'on n'a pas connu les éléments anatomiques de la substance nerveuse grise et leurs connexions. Mais ils peuvent être acomplis dans la moelle et ils sont indépendants de l'innervation céré-

brale, qui, lorsqu'elle intervient, ne fait que les susciter ou les modifier dans tel ou tel sens, mais ne les supplée pas. Elle ne fait que commander sans exécuter.

Les observations rapportées plus haut concordent d'autre part avec les expériences de Brown-Séquard, qui prouvent que la contractilité musculaire persiste bien plus longtemps après la cessation de la circulation chez l'homme et les autres grands animaux que chez les petits mammifères (Brown-Séquard, *loc. cit.*, 1858, in-8°, p. 354).

État de l'encéphale et de la peau. — Ajoutons quelques remarques anatomiques aux données physiologiques précédentes.

La peau du supplicié dont il vient d'être question, soumis à notre observation le matin du 5 septembre 1868, et ayant encore le corps chaud, ne nous a pas présenté l'état de chair de poule; les muscles des membres inférieurs commençaient à présenter un peu de rigidité cadavérique quand nous l'avons laissé, trois heures et quart après l'exécution. La verge était flasque, non rétractée.

Au contraire, les deux autres suppliciés dont j'ai déjà parlé, observés, dans mon laboratoire avec MM. Legros, Goujon, etc., l'un le 10 mars, l'autre le 28 novembre 1867, par une température assez basse, le premier six heures et l'autre dix heures après l'exécution, avaient la peau dans l'état dit *chair de poule*, au plus haut degré. Les corps caverneux étaient rétractés et durs comme chez un homme qui sort d'un bain froid.

La rigidité cadavérique était générale; sans être extrême chez le dernier.

Les faits précédents montrent bien l'influence du froid et l'absence de toute congestion sanguine dans la production des saillies et rugosités de la peau caractérisant l'état précédent.

Sur le premier des suppliciés observés dans mon laboratoire et qui était âgé de vingt ans (Lemaire), le poids de l'encéphale, la pie-mère et le bulbe rachidien compris, était de 1183 grammes. Il était remarquable par sa forme raccourcie, par l'étroitesse des lobes antérieurs et le volume des lobes sphéroïdaux qui, sur les côtés de la masse, formaient un renflement brusque et considérable.

La pie-mère était remarquable, aussi, par son extrême minceur et surtout par son adhérence à la substance grise des circonvolutions. Cette adhérence était telle qu'il a été impossible à M. Legros d'enlever cette membrane sans entraîner avec elle une portion de la substance grise superficielle sur une épaisseur de 1 à 2 millimètres.

Il a fallu renoncer à cette opération après avoir enlevé quelques centimètres carrés de cette enveloppe et pratiquer le moulage de l'encéphale en la laissant en place.

Sur les deux autres sujets la pie-mère, notablement plus épaisse, sans dépasser l'épaisseur normale, se détachait facilement de la surface des circonvolutions, sans entraîner de la substance de celles-ci.

L'encéphale de l'un de ceux-ci, qui était âgé de plus de soixante ans (Davilain ou Avilain), pesait 1277 grammes, la pie-mère comprise. Celui du dernier supplicié, âgé de trente-deux ans (Blanc-Gonnet), n'a pu être pesé encore chaud. Ses substances blanche et grise avaient une consistance un peu plus ferme que celle qui est ordinairement observée dans les autopsies. L'un et l'autre n'ont offert rien de particulier quant à la conformation et au volume de l'encéphale.

Sur ces deux derniers, les parois des ventricules cérébraux et du quatrième ventricule ont été trouvées contiguës l'une à l'autre, simplement humides, avec quelques gouttes de sérosité seulement dans chacune des cavités ancyroïdes et dans la partie antérieure du troisième ventricule.

§ 7. — Remarques sur quelques tissus et quelques humeurs de l'économie observés à l'état frais.

Le tissu musculaire et celui du poumon nous ont offert une légère réaction acide.

Sur les deux suppliciés dont les poumons ont été observés, l'un de six à sept heures après la mort, l'autre de dix à douze heures, la partie postérieure du lobe inférieur de ces organes était rendue rougeâtre par un peu de réplétion hypostatique des vaisseaux de la petite circulation. Les autres parties du tissu pulmonaire avaient la coloration grisâtre, l'aspect marbré, avec quelques traînées noires interlobulaires, que l'on observe ordinairement sur

le cadavre. Sur le plus âgé des sujets le sommet de ces deux organes était emphysémateux, avec un peu d'air dans les cloisons interlobulaires, surtout à gauche.

Sur le dernier des suppliciés les poumons, encore chauds, ne présentaient pas d'hypostase ; ils offrait la coloration qui vient d'être signalée.

Le sommet des deux poumons, surtout à gauche, était parsemé de *granulations grises*, nombreuses à gauche particulièrement.

Leur couleur et leur consistance ne différaient en rien de ce qu'elles sont dans le poumon des sujets dont l'autopsie est faite de vingt-quatre à quarante-huit heures après la mort.

Près du sommet du poumon gauchn existait une cicatrice froncée et un foyer plein de pus, du volume d'une noisette, entouré de tissu riche en granulations grises. La consistance et la couleur de ces produits morbides, encore chauds, ne différaient en rien de ce que l'on voit dans les autopsies de cas analogues. Il en était de même des adhérences filamenteuses existant entre la plèvre pulmonaire et la plèvre costale.

Sur les trois sujets, la rate était assez fortement revenue sur elle-même. Son tissu avait à peu près la consistance de celui du foie. Sa déchirure était irrégulièrement granuleuse et ne donnait de la *boue splénique* que par le raclage. Le tissu du foie, uniformément d'un brun rougeâtre, sans distinction de deux substances, l'une rouge, l'autre jaune, offrait une déchirure grenue, et la consistance habituellement observée dans les autopsies.

Sur le supplicié dont l'abdomen fut ouvert une heure environ après la mort et dont les viscères étaient encore chauds, on n'observa plus de contractions péristaltiques des intestins, même après leur pincement. Les viscères abdominaux ne répandaient aucune odeur intestinale, mais seulement une légère odeur fade de chair.

Sur le sujet dont l'abdomen fut ouvert sept heures environ après la mort, les organes répandaient une légère odeur, dite habituellement intestinale. Elle existait aussi, mais notablement plus prononcée chez celui qui fut ouvert douze heures seulement après l'exécution. Sur ce dernier, les organes contigus avec le

fond de la vésicule biliaire étaient légèrement teintés en verdâtre, tandis qu'ils ne l'étaient aucunement sur les deux autres.

La couleur de la tunique musculaire de l'intestin était d'un gris pâle demi-transparent, légèrement rosé, et celle de la vessie était, au contraire, d'un gris pâle demi-transparent légèrement blanchâtre; cette couleur, en somme, ne différait pas sensiblement de ce qu'elle est sur les sujets soumis aux autopsies, quand ces tissus n'ont pas subi d'altérations morbides.

Mucus intestinal. — Sur deux des suppliciés, le mucus et le contenu de l'intestin, examinés par MM. Goujon, Legros et moi, s'est montré acide depuis le cardia jusqu'au rectum inclusivement. L'acidité, très-marquée dans tout l'estomac, était au contraire très-faible dans le duodénum et dans le jéjunum; elle était notablement plus prononcée dans tout l'iléum et le cæcum, et diminuait ensuite progressivement dans le reste du gros intestin. Ces deux sujets étaient morts en pleine digestion. Le jéjunum et le cæcum contenaient seuls quelques centimètres cubes de gaz chacun.

Sur deux des suppliciés le contenu de l'intestin grêle, jusque vers le milieu de l'iléum, était de consistance crémeuse, d'un gris blanchâtre; il avait, en un mot, tous les caractères attribués au *chyme* par les descriptions des auteurs.

Sur l'autre supplicié, qui avait mangé une assez grande quantité de légumes verts, la pâte chymeuse avait conservé cette couleur et offrait une consistance un peu plus pâteuse que sur le précédent.

Les cellules prismatiques de l'épithélium de l'intestin grêle étaient pleines de granulations graisseuses qui les rendaient opaques.

On sait que dans le mucus de l'intestin grêle, et souvent aussi dans celui de l'estomac, on trouve, sur tous les sujets morts de maladie, observés de vingt-quatre à quarante-huit heures après la mort, de nombreux filaments de *Leptothrix* (bactéries), courts et rigides. Quelquefois aussi on y voit des vibrions ou des *Spirillum*. Or, sur le premier des suppliciés l'examen du mucus du duodénum et du reste de l'intestin grêle, fait huit heures environ après l'exé-

cution, n'a montré aucun de ces filaments, non plus que des vibrions.

Chez le deuxième, cet examen, fait treize heures environ après la mort, a montré un petit nombre de *Leptothrix* seulement et pas de vibrions.

Bile. — Sur les trois suppliciés la vésicule du fiel, presque pleine, contenait environ 30 grammes de bile. Chez l'un d'eux, recueillie encore chaude, elle avait une odeur fade, un peu nauséeuse et sans autre caractère bien déterminé. Elle présentait ces mêmes caractères à un degré un peu moins prononcé sur les deux autres suppliciés étudiés à ce point de vue neuf heures et vingt-huit heures après la mort.

Bien que très-mobile et coulant, ce liquide, sur les trois sujets, était très-filant quand on le versait de haut ou quand on y trempait le doigt pour le retirer ensuite. Ce dernier caractère disparaissait après l'ébullition. Cette bile n'a changé, sensiblement, ni le papier bleu, ni le papier légèrement rougi de tournesol; pourtant, au bout d'un quart d'heure de contact, le papier de tournesol rougi est revenu un peu au bleu.

Avant et après l'ébullition, elle avait, d'une manière très-prononcée, l'amertume propre à la bile, saveur qui lui est donnée par le taurocholate ou choléate de soude (1).

Sa couleur était d'un brun fauve à reflets verdâtres et demi-transparents sur l'un des suppliciés; chez le deuxième, elle était demi-transparente, d'un jaune fauve pâle, non verdâtre; enfin, sur le troisième, examinée deux heures à peine après la mort, elle était remarquable par sa teinte d'un jaune orangé foncé, troublée par quelques petits grumeaux de même teinte, mais presque opaques, et elle avait communiqué cette teinte autour de l'orifice pancréatico-duodénal sur une étendue d'une pièce de cinq francs environ.

Ces faits sont importants à signaler, parce qu'ils montrent avec d'autres encore que la bile, normalement secrétée, peut présenter

(1) On sait que Lassaigne a constaté l'absence du *picromel* (*cholates* et *choléates impurs*) dans la bile des fœtus de vache au 6e mois, avec du chlorure de sodium, du carbonate de soude et du phosphate de chaux se retrouvant dans le *méconium* (*Annales de physique et de chimie*. Paris, t. XVII, p. 304; 1821).

non-seulement des variétés très-diverses de teinte (voyez Ch. Robin, *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, p. 537), mais encore des proportions variables de sa matière colorante, au point d'être parfois presque incolore si l'on n'en voit que quelques gouttes à la fois. Aussi ne peut-on pas considérer, comme prouvant que la bile se colore de plus en plus pendant son séjour dans la vésicule, le fait d'Aran, qui a vu la bile sortir transparente et à peine colorée d'un trocart enfoncé, par erreur, dans la substance même du foie (voyez Liégois, art. Bile, du *Dict. encyclopédique de médecine*. Paris, 1868, t. IX, p. 267).

Sa couleur n'a pas changé au contact de l'air, avant comme après son ébullition.

Examinée au microscope, avant l'action de la chaleur, la bile n'a présenté que des cellules épithéliales prismatiques, sans cils vibratils, ainsi que celles de la muqueuse de la vésicule, les unes isolées, les autres juxtaposées, au nombre de deux à dix ou environ. Par le repos il s'est formé au fond du vase un dépôt trouble, léger, composé de ces cellules et de petits flocons microscopiques de mucus. Elle ne présentait ni les *Leptothrix* (bactéries), ni les vibrions que contient la bile de presque tous les cadavres au moment de l'autopsie. Elle montrait aussi quelques rares gouttelettes graisseuses. Les petits grumeaux ou flocons qu'elle tenait en suspension étaient composés de mucus demi-liquide, parsemé de granulations grisâtres, agglutinant quelques cellules épithéliales et quelques gouttes graisseuses et devenant strié au contact de l'acide acétique.

Du reste, l'acide acétique versé dans la bile fraîche l'a fait se prendre instantanément, comme on le voit habituellement, en une masse floconneuse jaune, filante, à flocons se tenant les uns aux autres; la substance de ces derniers est granuleuse et striée sous le microscope; elle contient beaucoup de gouttes jaunes, sphériques, souvent volumineuses, d'aspect huileux ou résineux qu'elle englobe. A la longue, ces flocons se déposent au fond de l'éprouvette, et l'agitation ne les mêle pas aisément au reste du liquide. L'acide sulfurique a agi d'abord comme le réactif précédent, mais a rapidement rendu la masse d'un brun rougeâtre.

L'acide azotique a rendu la bile épaisse, très-grumeleuse, jaune, puis successivement verdâtre, d'un vert noirâtre, rougeâtre, puis enfin il l'a laissée grisâtre et décolorée. Les mêmes effets sont produits par ces acides sur la bile préalablement bouillie, toutefois le liquide est alors un peu moins floconneux. La bile de chien fraîche donne les mêmes effets au contact de ces réactifs, mais elle reste violacée après l'action de l'acide azotique.

La bile de deux de ces suppliciés et la bile de chiens récemment tués, étudiées comparativement, portées à l'ébullition, sont devenue d'un brun verdâtre ; il s'y est produit de petits grumeaux grisâtres flottant épars dans le liquide, se déposant au fond du tube à expérience en une couche épaisse de quelques millimètres pour une hauteur de liquide de 7 à 8 centimètres. Quoique devenu d'une teinte plus foncée, le liquide surnageant est resté plus limpide qu'avant, n'ayant plus l'aspect un peu louche qu'il offrait d'abord quand on l'examinait par transparence. En outre, il a cessé d'être filant comme il l'était auparavant.

Les petits grumeaux formés sous l'influence de la chaleur sont friables, faciles à dissocier, formés d'une substance finement grenue, non striée, englobant quelques rares granules graisseux et des groupes de cellules d'épithélium prismatique.

On voit par ce qui précède qu'il n'est pas exact de dire avec quelques auteurs (voyez Vulpian, LE FOIE ET LA BILE, *Revue des cours scientifiques*. Paris, 1867, p. 46) que la bile *coagule par la chaleur*, car ce que coagule la chaleur est le mucus surajouté à la bile par la muqueuse de la vésicule et seulement en très-petite quantité (voyez Ch. Robin, *Leçons sur les humeurs*, 1867, p. 473 et 547). Schultz, Berzélius, Dumas et beaucoup d'autres observateurs ont du reste dit depuis longtemps que la bile ne coagule pas par la chaleur.

Du reste, la science réclame encore une étude comparative, faite au point de vue précédent, entre la bile coulant du canal hépatique avant son arrivée dans la vésicule et la bile ayant séjourné dans celle-ci.

Les acides acétique et azotique coagulent aussi ce mucus, mais en outre ils précipitent l'acide taurocholique à l'état de

gouttelettes résineuses. Quant à la matière colorante, ils l'attaquent en même temps, mais on ne saurait dire si cette action est telle qu'elle permette de ranger la bile parmi les liquides que coagulent les acides ; car on ne sait encore s'ils lui font subir une véritable coagulation, à la manière de ce qu'ils produisent sur la caséine, par exemple.

Organes génito-urinaires et sperme. — Sur l'un des suppliciés, la vessie, les vésicules séminales et la prostate ont été enlevées en ménageant le rectum, deux heures environ après l'exécution.

Un premier fait nous a frappé sur ce sujet : c'est l'absence de toute odeur urineuse ou de celle dite intestinale de tous ces organes et du tissu lamineux ambiant, contrairement à ce qu'on observe sur ces parties dans toutes les autopsies, de vingt-quatre à quarante-huit heures après la mort. Trente heures plus tard, malgré le séjour de ces tissus dans un flacon, par une température de 20 à 25 degrés, ils n'avaient pris aucune odeur cadavéreuse, urineuse, ni fécale. Ils n'avaient encore que l'odeur fade des tissus frais.

En second lieu, nous avons, avec M. Dupré et ses internes, remarqué l'absence de toute odeur du sperme exprimé du canal déférent coupé et des vésicules séminales ouvertes, même après frottement du liquide entre les doigts. Le liquide laiteux exprimé de la prostate sur les côtés du *verumontanum*, nous a offert la même absence de toute odeur, soit spermatique, soit intestinale ou fécale. Trente heures plus tard, ces liquides étaient encore inodores.

C'est d'après des observations de ce genre, faites sur l'homme et sur les animaux, que j'ai reconnu que, prises isolément, les humeurs qui concourent à la composition du sperme éjaculé n'ont pas l'odeur dite *spermatique*, et que celle-ci ne se développe qu'au moment de l'éjaculation (*loc. cit.*, 1867, p. 361).

Sans noter quelle était l'odeur du contenu des vésicules séminales sur les suppliciés qu'il a observés, M. Duval dit lui avoir trouvé *une odeur bien différente de celle qu'il exhale pendant la vie* (M. Duval, *Congrès médical*, Paris, 1867, p. 527).

Le sperme exprimé du canal déférent coupé était épais, de

consistance crémeuse. Celui des vésicules séminales était plus lourd que l'eau, de la consistance d'une gelée, d'un gris jaunâtre, demi-vitreux, non lactescent ni opalin. Il était grumeleux sous les doigts, non visqueux ni filant. Six heures plus tard, l'examen microscopique a montré que cet état grumeleux était dû à la présence de *sympexions* dont beaucoup avaient plus d'un dixième de millimètre d'épaisseur agglutinés les uns aux autres, et qu'ils englobaient des spermatozoïdes. Les spermatozoïdes libres s'agitaient vivement. Trente heures plus tard, ils étaient immobiles, et le sperme avait perdu sa consistance de gelée et son état grumeleux pour devenir diffluent et moins transparent qu'auparavant. Les sympexions pourtant ne s'étaient pas liquéfiés; mais on n'en voyait plus qui fussent agglutinés les uns aux autres.

Le liquide prostatique, examiné au moment de l'autopsie et plusieurs heures après, était de couleur laiteuse, assez coulant, composé d'un fluide incolore tenant en suspension de très-fines granulations et gouttelettes graisseuses, quelques cellules épithéliales prismatiques et quelques gouttes hyalines d'une substance visqueuse.

L'urine contenue dans la vessie était claire et inodore.

Sur les deux autres suppliciés, observés de six à sept heures et douze heures après l'exécution, le sperme du canal déférent était demi-liquide, d'un blanc crêmeux opaque légèrement jaunâtre. Celui des vésicules séminales était demi-transparent, grisâtre sur le plus jeune, d'un blanc jaunâtre chez le plus âgé; il n'était pas visqueux, ni filant, ni granuleux; il était dépourvu de sympexions sur l'un d'eux et en offrait quelques-uns sur l'autre; il était dépourvu de toute odeur spermatique, mais avait seulement une odeur urineuse ou fécale faible.

Ce fait doit être rapproché de l'absence de toute odeur de ce genre dans le tissu cellulaire du bas-fond de la vessie, du pourtour du rectum et dans les vésicules séminales, sur le sujet que M. Dupré, ses internes et moi avons examiné à ce point de vue deux heures environ après la mort. Il montre que l'odeur fécale ou urineuse de ces parties et du sperme de tous les sujets autopsiés de vingt-quatre à quarante-huit heures après la mort (voyez Dieu,

Recherches sur le sperme des vieillards. Journal de l'anatomie et de la pysiologie, Paris, 1867, in-8, p. 462) est due à l'imbibition graduelle des principes odorants de l'urine et des fèces, mais qu'elle n'existe pas avant cette imbibition.

Trente-six heures après la mort, tous les spermatozoïdes étaient immobiles ; mais en chauffant une préparation jusqu'à une température de 40 degrés centigrades environ, nous vîmes un ou deux spermatozoïdes sur cent reprendre des mouvements lents, quoique assez énergiques pour déterminer leur progression.

Sur les trois suppliciés, le mucus de l'urèthre contenait quelques spermatozoïdes, des noyaux libres d'épithélium, des cellules régulièrement polyédriques, à un ou deux noyaux volumineux, de larges cellules polygonales aplaties de la grandeur de celles de l'œsophage. Quelques-unes de ces diverses cellules étaient creusées d'excavations hyalines.

Les mouvements des cils vibratils des cellules épithéliales de la trachée étaient encore très-énergiques treize heures après l'exécution.

Sérosités péricardique et vaginale. — Chez les trois suppliciés, la face interne de la plèvre et du péritoine était légèrement humide, mais ne contenait pas de liquide, malgré la présence d'adhérences pleurales et de granulations grises pulmonaires sur l'un d'entre eux. Il en était de même du péricarde chez l'un d'eux et des tuniques vaginales des deux plus jeunes. Le péricarde du supplicié âgé de vingt ans contenait une demi-cuillerée à café environ de sérosité. Celui du sujet âgé de plus de soixante ans contenait 30 grammes environ de sérosité coulant comme de l'eau, sans viscosité, demi-transparente, d'un jaune citrin et neutre. Elle devint blanche, laiteuse, sans se prendre en masse à la chaleur.

Ce liquide, recueilli douze à treize heures après la mort, abandonné au repos, devint tout à fait transparent et donna une mince couche d'un dépôt grisâtre. Ce dernier était composé en partie d'assez larges lambeaux de cellules épithéliales pavimenteuses, roulés ou étalés, provenant de la desquamation de l'épithélium de la séreuse. Il y avait aussi des cellules isolées. De ces diverses

cellules isolées ou juxtaposées en lambeaux, les unes étaient très-petites, finement grenues, grisâtres; les autres étaient cinq à six fois plus larges que les précédentes, non granuleuses et transparentes, à noyau ovalaire, large et pâle.

Ce sujet portait une petite hydrocèle du côté droit, formée par un liquide neutre de teinte citrine, limpide, se prenant en masse par la chaleur.

Les reins du même supplicié contenaient chacun deux à trois kystes du volume d'une noisette, pleins d'un liquide incolore, clair et coulant comme de l'eau, neutre, que la chaleur et l'acide azotique rendaient blanc et opaque, sans qu'il se prît en masse.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Sur la fécondation des céphalopodes, par A. Lafont. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, extrait du procès-verbal de la séance du 7 mai 1867.)

Le mode de reproduction, assez peu facile à étudier, des céphalopodes a déjà présenté une fois un fait analogue à celui dont il est ici question. Il a été publié, et figuré dans les *Annales des sciences naturelles*; mais, tant qu'il est demeuré isolé, on a pu se demander s'il était l'expression d'un mode normal, quoique fort singulier (1). Aujourd'hui que plusieurs femelles d'*Ommastrèphe*

(1) Lebert et Ch. Robin, *Note sur un fait relatif au mécanisme de la fécondation du Calmar commun.* (Journal *l'Institut*, n° 595 du 21 mai 1842, et n° 600 du 25 juin 1845, vol. XIII, p. 183 et 233. Paris, in-4. — *Procès-verbaux de la Société philomathique*, p. 57 et 69. Paris, 1845, in-8. — *Revue zoologique*, n° 6, juin 1845, vol. VIII, p. 233. Paris, in-8, et *Archiv für Anat., Physiol.*, etc., *von J. Muller*, n° 2, p. 135. Berlin, 1846 ; dans *Kürze Notiz über allgemeine veergleichende Anatomie niederer Thiere.* — Publiée en entier seulement dans les *Annales des sciences naturelles*, 3e série, *Zoologie*, t. IV, p. 95, avec une planche gravée. Paris, 1845, gr. in-8.) Un faisceau de spermatophores du mâle se trouvait fixé par une substance particulière, à la face interne du manteau d'une femelle, au niveau de l'oviducte; tous étaient mûrs et éclataient facilement. Description de ces spermatophores et Remarques sur le mode de fécondation des Céphalopodes qui étaient encore inconnu.

ont présenté à notre collègue cette disposition des spermatophores dans leur sac, on peut présumer que le fait est normal, au moins pour cette espèce, et qu'il vaut par conséquent la peine d'être signalé avec quelques détails que M. Lafont donnera prochainement.

Pendant les premiers jours d'avril 1868, il a été pris, au large des passes d'Arcachon, une cinquantaine de céphalopodes appartenant à l'*Ommastrephes sagittatus*, Lamk; j'en ai eu une trentaine à ma disposition, parmi lesquels se trouvaient dix femelles. L'étude des organes de la génération m'a fourni les faits suivants :

Quatre femelles portaient, à la base d'une des branchies, un paquet de spermatophores, divisés en deux faisceaux, fixés dans la paroi interne du sac par un placenta ovalaire et disposés de façon que chacun de ces faisceaux se trouvât appliqué contre les glandes nidamentaires au niveau de l'ouverture de chaque oviducte.

Une cinquième femelle portait aussi un paquet de spermatophores, mais ce paquet était fixé sur les glandes nidamentaires, un peu au-dessus de l'ouverture de l'oviducte. Les spermatophores étaient réunis en pinceau par un liquide gluant qui les enveloppait en entier; la base était entourée d'une matière gélatineuse et se composait d'un renflement et d'un cylindre de 3 à 4 millimètres de long ($0^{m},003$ à $0^{m},004$).

Chez tous les mâles, j'ai trouvé, à la base de l'orifice pénial, une vaste poche remplie de spermatophores réunis par leur base en paquets étagés les uns au-dessus des autres; sur le côté de cette poche et en communication avec elle, se trouve une sorte de glande contournée communiquant aussi avec le testicule.

J'ai constaté, dans la partie supérieure de cet organe et dans son canal de communication avec la poche péniale, des spermatophores très-longs, isolés et en voie de formation, tandis que la base ne contenait, ainsi que le canal déférent, que des spermatozoïdes libres.

Le ressort en spirale, contenu dans la partie inférieure des spermatophores portés par le mâle, n'existait plus dans les spermatophores fixés dans le sac des femelles : à la place qu'il occupait, j'ai trouvé un cylindre de tissu élastique, long de 3 ou 4 millimètres, reprenant rapidement sa forme primitive, lorsqu'après avoir opéré une traction sur lui on le lâche brusquement.

Recherches expérimentales sur l'innervation des sphincters de l'anus et de la vessie, par le professeur Masius. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2me série, t. XXV, nº 5; 1868.)

Dans un précédent mémoire (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XXIV, 1867, et p. 197 de ce recueil, année 1868), nous avons démontré, dit M. Masius, que, la moelle épinière étant coupée au niveau du disque qui

réunit les sixième et septième vertèbres lombaires, on obtient chez les lapins le relâchement du sphincter de l'anus et la disparition de sa contractilité par action réflexe; nous avons prouvé aussi qu'en détruisant la moelle immédiatement en avant de ce disque et à différentes hauteurs à partir de ce point, le sphincter de l'anus, loin de se relâcher, reste contracté et même plus fortement, et qu'il présente une contractilité réflexe plus considérable; nous avons établi qu'une section faite au-dessous du disque susdit produit des effets inverses. Nous avons conclu à l'existence chez les lapins d'un centre (centre ano-spinal), placé dans la moelle en correspondance de l'union des sixième et septième vertèbres lombaires. Nous lui avons attribué les fonctions de présider à la tonicité ainsi qu'à la contraction réflexe du muscle sphincter de l'anus; nous avons admis que des fibres empêchantes arrivent à ce centre, puisque la section de ces fibres qui le relient au système nerveux cérébral augmente les contractions tonique et réflexe du sphincter.

Depuis la publication de notre mémoire, nous avons étendu notre expérimentation aux chiens.

Il résulte de ces nouvelles expériences :

1° Qu'il existe, dans la moelle épinière des chiens, un centre (centre ano-spinal) qui se trouve situé en correspondance de l'union du tiers moyen et du tiers inférieur environ de la cinquième vertèbre lombaire;

2° Que ce centre préside, comme chez les lapins, à la tonicité et à la contractilité réflexe du sphincter anal;

3° Que des fibres empêchantes arrivent au centre ano-spinal, puisque toute section faite en avant de lui exagère et la contraction tonique et la contraction réflexe.

Ces expériences prouvent aussi que le centre ano-spinal des chiens est placé plus haut, c'est-à-dire plus en avant que le même centre des lapins, où il arrive au niveau du disque intervertébral des sixième et septième vertèbres lombaires.

Il est à remarquer que le cordon rachidien descend moins chez les chiens que chez les lapins; chez les premiers animaux, il s'arrête à l'union de la septième vertèbre lombaire et de la première sacrée, tandis qu'il arrive sur les derniers à la partie postérieure de la première sacrée. On peut donc supposer que, chez l'homme où la moelle épinière se prolonge seulement jusqu'à la fin de la première vertèbre lombaire, s'il existe un centre ano-spinal, celui-ci se trouve placé dans la région dorsale. C'est, du reste, ce que semble prouver une observation rapportée par M. Gluge. Il a constaté, à la suite d'une fracture de la colonne vertébrale dans la région de la sixième vertèbre dorsale, le relâchement, l'abolition de la tonicité du sphincter de l'anus; mais, en outre, la conservation, durant un mois de la motilité réflexe de ce muscle.

Cette observation laisse supposer, comme le dit dans son rapport M. Schwann, notre illustre maître, qu'il existe chez l'homme deux centres séparés : l'un présidant à la tonicité, l'autre aux mouvements réflexes du

sphincter de l'anus. Mais, comme on a pu le voir dans les recherches que nous avons faites, nous avons toujours trouvé, aussi bien sur les lapins que sur les chiens, qu'une même partie limitée de la moelle tient sous sa dépendance la motilité réflexe et la tonicité du muscle orbiculaire de l'anus. C'est pourquoi nous pensons que l'observation rapportée par M. Gluge n'est pas suffisante pour faire admettre chez l'homme l'existence de deux centres séparés.

Des travaux importants ont été faits, dans ces dernières années, pour déterminer l'influence du système nerveux sur les mouvements de la vessie. Budge (1) a cherché à démontrer que les pédoncules cérébraux fournissent des fibres motrices à la vessie, fibres qui parcourent le cordon antérieur de la moelle et les troisième et quatrième nerfs sacrés. Ce sont ces fibres qui transmettent à la vessie l'impulsion volontaire. Une deuxième source de fibres motrices, étrangères à l'acte de la volonté, se trouve dans la moelle lombaire. Giannuzzi et Budge (2) ont établi, par des expériences faites sur des chiens, que deux points principaux de la moelle épinière président aux contractions de la vessie : l'un correspondant à la troisième vertèbre lombaire, l'autre à la cinquième vertèbre lombaire.

Les fibres qui partent de la moelle, en correspondance de la troisième vertèbre lombaire, passent par le cordon et les ganglions mésentériques du grand sympathique pour arriver au plexus hypogastrique. Les fibres qui prennent leur origine dans la cinquième vertèbre lombaire arrivent directement au plexus hypogastrique par les nerfs sacrés.

C'est dans le plexus hypogastrique que sont contenus les nerfs sensibles de la vessie, ceux, par conséquent, qui transmettent à la moelle l'excitation réflexe ; ils gagnent le cordon rachidien par les rameaux anastomotiques de ce plexus avec le tronc sympathique lombaire, par les rameaux communiquants qui relient ce dernier à la moelle, enfin par les racines postérieures lombaires.

Voilà ce que l'on connaissait de l'action du système nerveux sur la vessie. Des expériences que M. Masius a faites sur ce sujet il pense pouvoir conclure que :

1° Toute section de la moelle épinière, faite au-dessus du centre ano-spinal, a pour effet une exagération de contraction persistante du sphincter vésical ;

(1) *Canstatt's Jahresbericht über die Leistungen in den Physiologischen Wissenschaften im Jahre* 1864, S. 237.

(2) *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, par le docteur E. Brown-Séquard. Janvier, 1863, pp. 22 et 29. — *Mémoire sur l'action du bulbe rachidien, de la moelle épinière et du nerf grand sympathique sur les mouvements de la vessie.* — *Gazette médicale*, 1863, n° 40, pp. 652 et 653. — *Mémoire sur l'action du bulbe rachidien, de la moelle épinière et du nerf grand sympathique sur les mouvements de la vessie.* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LVIII, 1864, pp. 529 et 533.)

2° Toute section pratiquée un peu plus bas amène un relâchement de ce muscle ;

3° La tonicité et la motilité réflexe du sphincter sont sous la dépendance d'une même partie de la moelle, qui est placée, chez les lapins, à l'union des tiers moyen et inférieur de la septième vertèbre lombaire, et chez les chiens, en correspondance de la partie inférieure de la cinquième vertèbre lombaire ;

4° Il faut admettre au-dessous du centre ano-spinal un autre centre (centre vésico-spinal) (1) qui, quoique très-rapproché du premier, en est parfaitement distinct.

Avant de finir, ajoute l'auteur, nous croyons devoir noter l'analogie qui existe entre ces deux centres ano-spinal et vésico-spinal : le premier préside à la tonicité et à la contractilité réflexe du sphincter anal ; le dernier tient sous sa dépendance les contractions tonique et réflexe du sphincter de la vessie. Nous avons constaté qu'au centre anal arrivent des fibres empêchantes ; des fibres analogues viennent aboutir au centre vésico-spinal, car, quand on coupe les fibres qui établissent la communication de ce centre avec le système cérébral, la tonicité et la motilité réflexe du sphincter vésical sont augmentées.

Sur quelques régénérations animales, par M. le docteur Charles Legros. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris*, du 22 juin 1867.)

Chez l'homme et chez les mammifères qui s'en rapprochent le plus, on a admis la régénération de tous les tissus, en exceptant celle des muscles et du cartilage; pour les muscles, je dois dire que je n'ai jamais réussi, de quelque manière que l'opération fût faite, mais pour le cartilage, j'ai observé sa reproduction facile sur des animaux très-voisins de l'homme ; c'est d'abord sur un chien qui avait subi la trachéotomie que j'ai constaté la régénération du cartilage de la trachée, puis sur l'oreille du lapin ; enfin, j'ai sectionné les cartilages articulaires, et j'ai vu la reproduction se faire.

Voici comment je procédais pour les cartilages articulaires : je tirais un peu sur la peau pour la déplacer, et je plongeais le bistouri à lame très-étroite dans la cavité articulaire, puis, tournant le tranchant de l'instrument du côté du cartilage, j'incisais profondément ; après avoir retiré le bistouri, je

(1) Il ne faut pas confondre le centre que nous nommons vésico-spinal avec le centre génito-spinal de Budge ; ce dernier centre préside aux contractions involontaires de la vessie, le premier tient sous sa dépendance les contractions toniques et réflexes du sphincter vésical (Masius).

laissais la peau reprendre sa place ; le parallélisme était détruit et j'avais tous les bénéfices d'une incision sous-cutanée ; c'est à peine si, les jours suivants, il survenait un peu de gonflement.

J'ai répété plusieurs fois cette expérience sur de jeunes chiens ; au bout de quinze jours, on ne trouvait encore entre les fragments cartilagineux que du tissu lamineux développé ou en voie de développement ; mais dès la troisième semaine apparaissaient des chondroplastes embryonnaires. A mesure que ces derniers éléments se multipliaient et augmentaient de volume, le tissu lamineux disparaissait.

Lorsque par hasard la suppuration se déclarait, il y avait cicatrice fibreuse et absence de cartilage.

Le cartilage de l'extrémité inférieure du fémur d'un lapin adulte sectionné depuis deux mois, et présenté à la Société, offrait à peine quelque trace de la lésion.

J'ai montré également des cartilages articulaires de chien et des cartilages de l'oreille du lapin en voie de reproduction.

Ainsi, le tissu cartilagineux peut se régénérer chez les animaux très-voisins de l'homme, et probablement chez l'homme lui-même, malgré l'opinion de la plupart des auteurs (Kœlliker, Broca, *Traité des tumeurs*); il était, du reste, étonnant de voir le cartilage privé de cette faculté lorsque l'os, pour se régénérer, passe habituellement par l'état cartilagineux (1).

Note pour servir à l'histoire des cicatrices chez les mammifères, par M. A. Dubrueil. (Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris, 1868, in-4, t. LXVII.)

Les cicatrices des tissus fibreux, osseux et nerveux, deviennent, toujours pour le premier, presque toujours pour les deux autres, histologiquement semblables au tissu dont elles comblent la perte de substance. C'est là depuis longtemps un fait acquis : mais en est-il de même pour les autres tissus, le cartilagineux et le musculaire, auxquels tous les auteurs ont jusqu'à présent refusé des propriétés semblables ?

Des pièces présentées dans le courant de l'année dernière à la Société de biologie par le docteur Legros, et recueillies sur des chiens et des lapins, établissent d'une façon péremptoire que les cicatrices du tissu fibreux et fibro-cartilagineux de l'oreille peuvent devenir identiques avec le tissu primitif. Restait encore à savoir si le tissu musculaire ne pouvait, lui aussi, réparer par du

(1) Voyez, dans le même numéro de la *Gazette médicale*, les recherches de M. Ch. Legros sur la *Régénération de la queue des lézards et de celle des loirs*, faisant suite à celles-ci.

tissu musculaire ses pertes de substance. C'est là un point que je suis parvenu à élucider après d'assez nombreuses expériences négatives.

Voici les expériences positives :

Le 20 avril 1867, sur un jeune cochon d'Inde, je découvre et sectionne transversalement la masse musculaire antérieure du bras gauche à sa partie moyenne. Pas d'hémorrhagie. Je réunis la plaie entamée par deux points de suture que l'animal défait immédiatement.

Le 8 novembre 1867, ce cochon d'Inde est tué, et la masse musculaire sur laquelle a porté la section n'offre à l'œil nu rien de particulier. L'examen microscopique le plus minutieux n'y fait découvrir aucune trace de tissu cicatriciel. Les fibres musculaires règnent dans toute l'étendue.

Le 28 mai 1867, une section analogue est faite au même niveau sur une jeune femelle de cochon d'Inde qui est mise à mort le 15 janvier 1868, et ici, comme dans le cas précédent, l'examen microscopique ne révèle aucune trace de cicatrice fibreuse. La fibre musculaire est reproduite au niveau de la section.

Cette reproduction du tissu musculaire strié et du cartilage me paraît d'autant plus intéressante qu'elle permet de généraliser une loi qu'il n'était guère permis jusqu'à présent de considérer comme vraie que pour les os et les nerfs.

Cette loi est celle de l'homœomorphie des cicatrices que l'on peut formuler ainsi :

Dans certaines conditions, la cicatrice devient histologiquement semblable au tissu dont elle comble la solution de continuité.

Décrire d'une façon précise ces conditions est aujourd'hui chose difficile ; toutefois il est permis d'affirmer que la durée du temps accordé à la réparation et le peu d'étendue de la solution de continuité sont, réunies à la jeunesse et à la bonne santé de l'animal en expérience, les points les plus importants pour la réussite.

BIBLIOGRAPHIE

Par GEORGES POUCHET,

Aide-naturaliste, chef des travaux anatomiques au Muséum.

Philosophical Transactions. Londres, in-4°, 1867. Part. II.

G. MIVART. On the Appendicular Skeleton of the **Primates**. 32 p., 4 pl.

H. RANSON. Observations on the **ovum** of Osseous Fisches. 60 p., 4 pl.

A. GÜNTHER. Contribution to the Anatomy of Hatteria (**Rhyncocephalus** Owen). 36 p., 3 pl.

W. F. FLOWER. On the Development and Succession of the **Teeth** in the Marsupialia. 12 p., 2 pl.

M. DUNCAN. On the Genera Heterophyllia, Battersbya, Palæocyclus and Asterosmilia ; the Anatomy of their Species, and their Position in the Classification of the Sclerodermis **Zoantharia**. 14 p., 2 pl.

Transaction of the Zoological Society of London, 1867-1868, vol. VI. Part. I et V.

G. J. ALLMAN. On the Characters and Affinities of **Potamogale**, a Genus of Insectivorous Mammals. 16 p., fig., 2 pl.

G. BUSK. Description of the Remains of three extinct Species of **Elephant** collected by Cap. Spratt, C. B. R. N., in the Ossiferous Cavern of Zebbug, in the Island of Malta. 80 p., 10 pl.

L. ADAMS. On a species of Dormouse (**Myoxus**) occurring in the Fossil state in Malta. 2 p., pl.

Archiv für Naturgeschichte, von Troschel. Berlin, 1867. 3-4, Heft.

LEYDIG. Ueber die **Molche** der württembergischen Fauna. 34 p., 2 pl.

C'est la terminaison d'un travail très-complet où l'anatomie des Salamandres est traitée avec autant de soin que la zoologie.

F. MUELLER. Ueber **Balanus** armatus und einen Bastard dieser Art und des Balanus improvisus, var. assimilis. 28 p., 3 pl.

Archiv für Anatomie, Physiologie, u. s. w. von Reichert und Du Bois-Reymond. 1868, 2-3 Heft.

W. DÖNITZ. Ueber **Noctiluca** miliaris, 13 p., pl.

MAX. BARTELS. Ueber die Bauchblasengenitalspalte, einen bestimmten Grad der sogenannten **Inversion der Harnblase**. 32 p., pl.

H. V. LUSCHKA. Der Musculus hyo- und **genio-epiglotticus**. 7 p., pl.

Th. GIES. Der **flexor digitorum** pedis communis longus und seine Varietäten, 9 p., pl.

R. BUCHHOLZ et L. LANDOIS. Anatomische Untersuchungen über den Bau der **Araneiden**, 16 p., 2 pl.

W. KRAUSE. Ueber die Endigung des **N. Opticus**. 6 p.

A. BAUR. Ueber die beste Methode, Präparate zur Demonstration der Höhle

und Klappen des **Herzens** in trockenem Zustande herzustellen. Beitrage zur anatomischen Technik. 3 p.

P. Lesshaft. Ueber den **Musculus orbicularis** orbitæ und seinen Einfluss auf den Mechanismus der Thränenabsonderung. 27 p., pl.

A. Koschewnikoff. Ueber die **Empfindungsnerven** der hintern Extremitäten beim Frosche, 8 p. pl.

W. Dönitz. Ueber die sogenannten **amöboïden Bewegungen** und die Cohnheim'schen Entzündungserscheinungen. 2 p.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, von. v. Siebold und Kœlliker. 1868, 1-2 Heft.

L. Stieda. Studien über das centrale Nervensystem der **Knochenfische**. 71 p., 2 pl.

C. Hasse. Die Histologie des **Bogenapparates** und des Steinsacks der Frösche. 23 p., 2 pl.

Grenacher. Beiträge zur Kenntniss des Eies der **Ephemeriden**. 10 p., pl.

F. Ratzel. Beiträge zur Anatomie von **Enchytræus** vermicularis Henle. 3 p., 2 pl.

E. Selenka. Nachtrag zu den Beiträgen zur Anatomie und Systematik der **Holothurien**. 11 p., pl.

E. Ebenhard. Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der **Infusorien**. 4 p.

E. Bessels. Die Landois'che Theorie widerlegt durch das Experiment. 38 p.

W. Engelmann. Ueber die Endigungen der Geschmacksnerven in der **Zunge** des Frosches. 18 p., pl.

J. Feuereisen. Beitrag zur Kenntniss der **Tænien**. 35 p., pl.

L. Landois. Anatomie der Bettwanse (**Cimex** lectularius L.) mit Berücksichtigung verwandter Hemipterengeschlechter.

Nathusius. Ueber die Hüllen, welche den Dotter des **Vogeleies** umgeben. 46 p., 5 pl.

C. Claus. Die Gattung **Cynthia** as Geschlechtsform der Mysideengattung Siriella. 4 p., pl.

Leydig. Ueber die Schleichenlurche (**Cœciliæ**). Ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien. 22 p., 2 pl.

C. Voigt. Notiz über Ablagerung von **Tyrosin** auf Therischen Organen. 4 p., pl.

W. His. Untersuchungen über die erste enlage des **Virbelthierleibes**. Die erste Entwikelung des Hünschen im Ei. In-4°, 237 pages, 12 planches gravées. Leipsig, 1868, Vogel.

PFLÜGER. Archiv fur die gesammte **Physiologie** des Menschen und der Thiere. Herausgegeben von Pflüger. Erster Jahrgung. Erstes Heft. Bonn., 1868.

Nous nous bornons à annoncer l'apparition de ce nouveau journal de physiologie. Nous donnerons successivement le titre des articles importants qui y seront publiés.

H. KÖHLER. Chemische Untersuchungen über die, fælschlich **Hirnfette** genannten Substanzen und ihre Zersetzungproducte. In-8°, Halle, 1868.

Max SCHULTZE. Untersuchungen über die **Zusammengesetzen Augen** der Krebse und Insecten, fol., 2 pl. coul. Bonn, 1868.

T. EIMER. Zur Geschichte der **Becherzellen**, insbesondere derjenigen der Schleimhaut des Darmscanals. Diss. Inaug. In-8°. Berlin, 1868.

E. BAUDELOT. Recherches d'anatomie comparée. In-8°, sans lieu ni date, imprimé à Strasbourg. 36 p.

De la détermination homologique d'une branche du nerf pathétique chez le Merlan. — Observation relative à la pièce scapulaire des Silures. — Observations sur le rocher des Poissons. — Considérations sur les premières vertèbres des Cyprins, des Loches et des Silures. — Considérations sur le tronc latéral du pneumogastrique chez les Poissons. — Note sur le disque ventral du Cyclopterus Lumpus. — Observation relative à une branche anastomotique des nerfs trijumeau et pneumogastrique chez le Merlan.

L. VAILLANT. Remarques sur le développement d'une **planariée** dendrocœle, le Polyceris lævigatus Quatrefages. Montpellier, 1868.

M. A. BRANDT. Sur le rapport du **poids du cerveau** à celui du corps chez différents animaux. Moscou, 1868. Broch. in-8°.

Catalogue.... Catalogue de mémoires scientifiques classés et publiés par la Société royale de Londres; t. I. Londres, 1867, in-4°.

L. LOMBARDINI. *Intorno...* Recherches sur le mode de production de **formes organiques** irrégulières dans les **oiseaux** et les **batraciens**. Pise, 1868, in-8°.

J. FÉRAUD. De l'**altération sénile** du système vasculaire; structure et physiologie pathologique (Thèse). Paris, 1868, in-4°.

W. ZENKER. *Studien...* Études sur les **Crustacés**. Berlin, 1864.

C. VOIT. *Ueber...* Sur la théorie de la **nutrition** des organismes animaux; mémoire lu à la séance publique de l'Académie royale des sciences le 28 mars 1868. Munich, 1868. In-4°.

W. K. PARKER. *A...* Monographie : mode de structure et développement de la **ceinture humérale** et du sternum chez les vertébrés. Londres, 1868; in-4°, pl.

M. O. SCHMIDT. *Die...* Les **spongiés** de la côte d'Alger, avec un appendice sur ceux de la mer Adriatique. Troisième supplément. Leipzig, 1868; in-4°, pl.

A. S. LOVEN. *Om*... Sur une remarquable espèce d'**éponge** vivant dans la mer du Nord. Stockholm, 1868, br. in-8° pl.

A. DUREAU. Des Poissons électriques. Exposé anatomique et physiologique.

M. E. LEMOINE-MOREAU. Des causes et éléments de production de l'électricité de la Torpille. Paris, 1868 ; br. in-8°.

J. A. Eudes DESLONCHAMPS. Notes sur les **Téléosauriens**. Caen, 1867 ; br. in-8°.

BAIL. *Ueber*... Sur les **maladies** des **insectes** dues à des Champignons. Dantzig, 1867 ; br. in-8°. — *Vorlaufige*... Appendice au précédent mémoire : Sur une maladie de cette nature qui attaque la **Noctua** piniperda. Dantzig, in-8°. — *Separat*.. Autre communication sur le même sujet. Dantzig, in-8°.

H. BYASSON. Essai sur la relation qui existe à l'état physiologique entre l'**activité cérébrale** et la composition des **urines**. Paris, 1868, in-4°.

A. L. DONNADIEU. Des divers modes de multiplication autres que ceux de la **génération** sexuelle, envisagés chez les animaux sous le point de vue physiologique. Montpellier et Paris, 1867 ; br. in-8°.

A. BECHAMP. De la circulation du carbone dans la nature et des intermédiaires de cette circulation. Exposé d'une théorie chimique de la vie de la **cellule** organisée. Conférence faite à Montpellier. Paris et Montpellier. 1867, in-8°.

ADDITION A LA NOTE (1) DE LA PAGE 82.

Cependant on lit déjà dans Bonnet (*Palyngénésie philosophique*. Amsterdam, 1769, in-12, t. I, p. 83) : « Le cœur est un véritable muscle et un des muscles les plus irritables. Il continue quelque temps à se mouvoir après avoir été séparé de la poitrine. Mais ces mouvements, qu'on dirait spontanés, cessent au moment qu'il n'y a plus de sang dans la cavité. Ils reparaissent aussitôt qu'on y fait entrer du nouveau sang, de l'eau, *ou simplement de l'air*. Les liqueurs un peu âcres les excitent davantage ».

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES

CHEZ

LES BATRACIENS ET LES REPTILES

Par Paul BERT (1)

BATRACIENS.

A l'exception de quelques pérennibranches qui périssent très-vite quand on les expose à l'air, comme le protée, et, selon Aug. Duméril, l'axolotl, nous nous trouvons désormais en présence d'animaux chez lesquels la respiration aérienne prend une importance de plus en plus grande. On voit même les axolotls venir fréquemment à la surface de l'eau, et Aug. Duméril a montré qu'ils ne peuvent pas, en été, vivre, même dans une eau courante, hors du contact de l'air.

La peau, dont nous avons déjà signalé l'importance en parlant de la respiration aquatique, ne joue pas un moindre rôle dans la respiration aérienne, et chacun sait, depuis les expériences de C. Duméril sur les tritons, et de W. Edwards sur les grenouilles, que ces animaux peuvent vivre pendant longtemps après qu'on leur a enlevé les poumons. Récemment, Albini a vu des grenouilles ainsi opérées vivre jusqu'à cent seize jours. W. Edwards a montré, de plus, qu'en hiver seulement, la peau peut suffire à l'entretien de la vie ; mais, lorsque les chaleurs de l'été ont augmenté l'activité nutritive des tissus animaux, on ne peut impunément priver des grenouilles de leur organe respiratoire spécial.

Rappelons ici ce fait intéressant, signalé par Gratiolet, à savoir que la peau des batraciens est, au point de la circulation et pour

(1) Ce mémoire est extrait d'un volume en cours de publication, ayant pour titre : *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration*, professées au Muséum d'histoire naturelle de Paris pendant le premier semestre de l'année 1868.

une grande partie de son étendue, une sorte de dépendance de l'appareil respiratoire; c'est en effet le sang de l'artère pulmo-branchiale qui s'y distribue, et le sang veineux qui en sort se rend directement au cœur.

Un mot sur la constitution anatomique des poumons. Ce sont deux sacs qui se réunissent dans un larynx ou même, chez l'axolotl, dans une courte trachée-artère; le larynx, à son tour, s'ouvre au plancher de la bouche par une glotte que peuvent fermer complétement deux lèvres mobiles, glotte très-large et facile à voir chez les grenouilles, très-étroite et presque inaccessible à la vue chez l'axolotl. Quant à la forme des poumons, elle a des rapports avec celle du corps : globuleux chez les anoures, ils s'allongent chez les urodèles; chez les pérennibranches, leur longueur varie beaucoup. « Aucun reptile, dit Cuvier, n'a moins de poumons que le protée...; il y a un petit trou sur le fond du pharynx, lequel donne dans une cavité commune en forme de croissant, dont les angles se prolongent pour former les poumons. » Au contraire, chez la sirène, « les poumons sont deux longs sacs cylindriques qui s'étendent jusqu'à l'extrémité postérieure de l'abdomen, et se replient même alors en avant ».

Ces sacs, quelle que soit leur forme, sont tantôt tout à fait lisses, comme ceux des protées et des tritons, tantôt garnis de cellules plus ou moins profondes, comme chez la sirène, selon L. Vaillant, chez l'axolotl et chez tous les anoures. Ses vaisseaux sanguins principaux rampent sur les saillies qui séparent les cellules, et chez la sirène, par exemple, les constituent presque seuls. L'épithélium qui recouvre le trajet de ces vaisseaux est seul, au rapport de Th. Williams, muni de cils vibratiles; il n'y en a ni sur les capillaires, ni sur les îlots de la paroi pulmonaire même.

Cherchons maintenant à nous rendre compte du mécanisme par lequel l'air pénètre dans les poumons et en sort après avoir servi à l'hématose. Pour exemple nous prendrons une grenouille.

Chez les batraciens, vous le savez tous, les côtes sont extrêmement rudimentaires, il n'y a pas là de cage thoracique solide dans laquelle soient enfermés les poumons à l'abri de la pression aérienne

extérieure; ils sont immédiatement situés sous les muscles et sous la peau.

Ces parties molles étant incapables d'une dilatation active, une inspiration véritable paraît impossible, chez ces animaux, en vertu de la simple inspection des faits anatomiques. Aussi les anatomistes n'ont guère hésité à déclarer que les grenouilles ne peuvent respirer par un mécanisme analogue à celui que nous allons constater chez tous les vertébrés allantoïdiens. Ce n'est pas par inspiration, disent-ils, mais par déglutition, qu'elles introduisent l'air dans leur poumon.

Les anatomistes avaient raison, hâtons-nous de le déclarer; mais il a fallu, pour le démontrer, que l'expérimentation intervînt. En effet, ils avaient dit la même chose pour les tortues, et nous allons voir bientôt qu'ils s'étaient trompés du tout au tout.

La première expérience dont je vous parlerai a été faite par Malpighi, et répétée depuis par de Brémond, et par tous les physiologistes. Elle consiste à ouvrir l'abdomen et à mettre les poumons à nu; on voit alors ceux-ci se vider et se remplir alternativement comme s'ils étaient en place.

Cette expérience est très-concluante; je n'en dirai pas autant de celle, tant vantée, d'Herhold et de Rafn; suivant eux, il suffit de maintenir une grenouille avec la gueule ouverte pendant quelques minutes pour la voir périr. On est étonné d'entendre G. Cuvier, dans le rapport qu'il fit sur le travail de ces physiologistes danois, déclarer qu'une grenouille, ainsi bâillonnée, meurt en une demi-heure. On est plus étonné, encore, de voir la plupart des naturalistes mettre sans cesse en avant ce résultat manifestement erroné. En effet, au plus fort de l'été, une grenouille bâillonnée vit encore pendant des heures au moyen de la respiration cutanée. Ce qu'il est vrai de dire, c'est que, dans ces conditions, elle ne peut plus introduire d'air dans ses poumons; C. Duméril et Bibron ont très-exactement ramené cette expérience à sa véritable valeur.

En raison de ces expériences et de ces considérations anatomiques, bonnes ou mauvaises, tout le monde semblait d'accord, quand parut un travail de Haro dans lequel ce naturaliste crut pouvoir

déclarer que les mouvements de déglutition de la gorge « ne sont qu'un jeu de la nature qui cache un mode régulier de fonctions », et qu'il existe chez les grenouilles une inspiration véritable. Ses expériences consistaient, en définitive, à ouvrir le plancher de la bouche, à l'enlever même; et cependant, dit-il, « l'air pénètre dans les poumons, puisque l'expiration s'effectue comme à l'ordinaire, ce que prouvent les contractions de l'abdomen et des flancs ». Cette raison était insuffisante; aussi, Panizza reprit ces expériences et obtint des résultats opposés, en examinant avec plus de soin ce qui se passe dans le poumon lui-même.

A notre tour, nous pouvons confirmer l'exactitude des conclusions de Panizza ; le plancher buccal enlevé, le poumon vidé, la grenouille ne le remplira jamais, et elle devrait le faire s'il y avait inspiration. Mais nous pouvons employer une preuve directe.

Si la grenouille est capable d'opérer une inspiration, nous pouvons la mettre en évidence en fixant dans sa glotte un petit tube et en mettant celui-ci en rapport avec le levier de notre appareil enregistreur, sensibilisé au maximum. C'est ce que nous avons fait, c'est ce que nous faisons encore devant vous; le tube est introduit par un petit trou fait au pharynx, ou directement à travers la bouche; ce tube est conique, et oblitère la glotte en y pénétrant. Or, dans ces conditions, l'animal étant immobile, vous voyez que pendant de longues minutes, aucun changement n'est arrivé dans la ligne tracée par le levier, changement indiquant un appel d'air dans la cavité pulmonaire.

Mais changeons un peu notre façon de procéder; avant d'introduire notre tube, mettons la grenouille à l'état d'expiration forcée, en la comprimant un peu, la glotte ouverte. Le tube placé, l'animal rendu libre, nous voyons bientôt un petit mouvement inspiratoire se manifester. L'hypothèse de Haro ne peut donc s'appliquer qu'au cas où les parties ont été mises dans la situation de qui suit une expiration exagérée, et très-probablement n'a que très-rares applications dans la vie ordinaire de nos animaux.

Il reste donc démontré que les grenouilles n'introduisent pas l'air dans leurs poumons au moyen d'une dilatation inspiratrice d'une cage solide plus ou moins réduite.

Il s'agit bien là d'une véritable déglutition aérienne.

Mais, maintenant, comment s'opère cette déglutition?

Si vous lisez, messieurs, un quelconque des physiologistes actuels qui ont essayé de décrire cet acte plus délicat et plus difficile à analyser qu'on ne le pourrait croire, vous trouverez chez tous le même récit; tous répètent, en variant plus ou moins les termes, ce que disait de Brémond en 1739 :

« Par le moyen des muscles décrits par Malpighi, la grenouille peut tantôt dilater considérablement la gorge, tantôt la diminuer. Lorsque la bouche et les narines sont ouvertes, la grenouille remplit d'air ou en partie, ou entièrement, la gorge; ensuite fermant sa bouche et ses narines, elle ouvre la glotte et par la contraction des muscles de la gorge et des autres muscles voisins, elle presse l'air vers son larynx et le détermine à entrer dans les poumons. »

Or, cette description, je suis obligé de vous le dire, à condition de vous le prouver, contient deux erreurs notables.

D'abord, la bouche ne s'ouvre jamais dans la respiration normale, et l'air ne pénètre et ne sort absolument que par les narines. Puis, celles-ci ne se ferment pas, au moment où la gorge, pleine d'air, va se resserrer, et comment se fermeraient-elles? Par leur sphincter externe « *proprio musculo* », dit Townson? Mais ce sphincter est incomplet, et d'ailleurs, il peut être détruit sans que la respiration en soit le moins du monde modifiée. Par les valvules des ouvertures nasales internes, comme on le répète partout? Mais ces valvules sont tout à fait incapables d'oblitérer l'orifice sur lequel elles s'appliquent. Par l'exhaussement de la langue qui vient en aide à la valvule? Cela semble adopté par tout le monde, et cependant je vous présente une grenouille dont la langue a été enlevée jusqu'à la base, dont les poumons ont été avec grand soin vidés à plusieurs reprises et qui, à plusieurs reprises aussi, les a remplis sans le secours de cet organe.

C'est, qu'en effet, les narines restent ouvertes, perméables, et c'est tout au plus si elles sont rétrécies tandis que s'exécute le mouvement de déglutition : nous allons en avoir la preuve.

D'ailleurs, si les narines se fermaient, à quel moment l'air des poumons serait-il rejeté au dehors, et par où passerait-il ? A cette question les auteurs se sont bien gardés de répondre. Townson seul a dit : « Glottide naribusque apertis pulmones aerem expellunt. » Oui, mais à quel moment ?

Notre appareil enregistreur va nous permettre de répondre.

Nous coiffons le museau d'une grenouille, jusqu'aux yeux, avec une petite muselière de caoutchouc et de bois ; cette muselière est terminée par un petit tube de bois, qu'un tube de caoutchouc met en rapport avec le tambour d'un polygraphe-Marey. Nous enregistrons ensuite comme d'ordinaire les mouvements respiratoires.

Le caoutchouc a pour but de procurer une fermeture hermétique autour du museau de l'animal, le bois d'éviter les déformations du tracé que ne manquerait pas d'amener la flaccidité du caoutchouc dans les mouvements respiratoires énergiques.

Nous obtenons ainsi le tracé très-régulier que voici (fig. 1) :

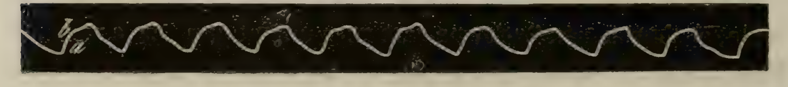


FIG. 1.

Examinons-en les détails avec quelque soin (1) :

Nous voyons d'abord que les expirations buccales suivent immédiatement les inspirations, et que la durée de celle-ci est un peu plus longue.

En suivant la concordance des oscillations du levier avec les

(1) Tous les tracés se lisent de gauche à droite ; l'abaissement de la ligne correspond à l'inspiration.

Les tracés, sauf ceux des fig. 1 et 2, ont été réduits par voie photographique dans la proportion de 42 à 9 ; ainsi, la longueur du dessin (9 cent.) représente la longueur de la directrice du cylindre enregistreur (42 cent.). Ce cylindre tournait à raison d'un tour par minute; donc 9 millim. du tracé, mesurés sur la ligne des abscisses, correspondent à 6 sec. : (1 millim. vaut $\frac{2}{3}$ sec.; 1 sec. vaut $\frac{3}{2}$ millim.

Certains tracés durent plusieurs minutes ; dans ce cas, après avoir suivi la première ligne jusqu'à l'extrémité droite du dessin, il faut reprendre à gauche la ligne correspondante, et ainsi de suite.

Dans les figures 1 et 2, les tracés sont en grandeur naturelle, c'est-à-dire que 42 centimètres équivalent à 1 min.; 9 cent. valent donc environ 13 secondes.

mouvements de l'animal, nous constatons que l'abaissement inspiratoire est exactement en rapport avec l'abaissement du plancher de la gorge; tous deux commencent et finissent ensemble. Mais il n'en est pas de même pour l'exhaussement; le levier commence à se relever alors que la paroi inférieure de la gorge est encore immobile. Il décrit ainsi la partie la plus brusque et la plus rapide (*a*) de son ascension; puis, tandis qu'il continue plus lentement sa marche ascendante (*b*), la gorge se relève rapidement.

Mais, pendant que le levier décrit la ligne *a*, on voit les flancs de l'animal se contracter brusquement; c'est le moment de l'expiration pulmonaire. La glotte s'ouvre, le poumon élastique tend à revenir sur lui-même, les contractions des muscles des flancs l'y aident, et une certaine quantité d'air est lancée dans la gorge et de là au dehors, par les narines grandes ouvertes. Alors l'ascension de la gorge arrive, elle refoule dans les poumons la plus grande partie de l'air qu'elle contient, tandis qu'une certaine proportion sort par les narines, que les sphincters et les valvules peuvent bien rétrécir, mais non oblitérer.

Les tracés suivants présentent une nouvelle démonstration de cette succession des mouvements. Voici comment ils ont été obtenus : un tube conique entre à frottement dans une narine, l'autre ayant reçu un petit bouchon qui la clôt; un second tube, très-fin, est introduit dans un des poumons, à travers les parois du corps, que l'on recoud sur lui. Ces deux tubes sont mis en rapport avec deux tambours de polygraphe, et la simultanéité verticale des tracés est obtenue.

Le cylindre étant lancé, voici ce que nous obtenons (fig. 2) :

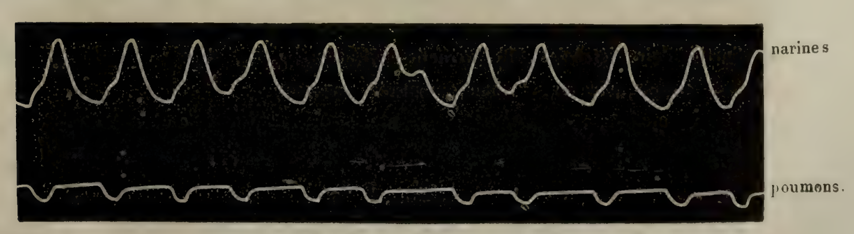


Fig. 2.

L'interprétation de ces tracés est assez délicate.

Prenons d'abord le tracé pulmonaire ; chez lui, l'élévation du levier indique un certain afflux d'air dans le tambour, lequel dépend du gonflement du poumon ; il correspond donc à la véritable inspiration pulmonaire, il est en rapport, comme on s'en assure facilement, avec l'exhaussement du plancher buccal; l'abaissement du levier, au contraire, correspond à l'expiration pulmonaire et est en rapport avec la contraction des flancs. Enfin il existe un long temps de repos , pendant lequel la glotte doit être fermée.

En effet, pendant ce temps de repos pulmonaire, les mouvements buccaux continuent et se traduisent dans le tracé nasal. L'inspiration buccale tout entière, c'est-à-dire l'abaissement du levier, et en même temps celui de la gorge, se passe pendant ce repos pulmonaire, cette fermeture de la glotte. Puis, le levier se relève brusquement, le plancher buccal restant immobile ; c'est le moment où la glotte s'ouvre et où le poumon rejette au dehors une certaine quantité d'air. Le tracé change alors un peu de nature : la gorge se relève et chasse l'air qu'elle contient, partie dans le poumon, partie par les narines.

L'une de celle-ci étant fermée, et l'autre munie d'un tube qui arrête l'action des sphincters incomplets, il n'y a pas lieu de s'arrêter aux détails graphiques de cette respiration nasale nécessairement un peu faussés.

Nous pouvons donc résumer les renseignements fournis par ces divers tracés dans le tableau suivant :

NARINES.	GORGE.	GLOTTE.	POUMON.
1° Entrée d'air, béantes..	Abaissement inspiratoire.....	Fermée..	Repos.
2° Sortie d'air, béantes..	Temps d'arrêt en abaissement.	Ouverte..	Expiration.
3° Sortie d'air, rétrécies.	Relèvement expiratoire......	Ouverte..	Inspiration.
1° Entrée d'air, béantes..	Abaissement inspiratoire.....	Fermée..	Repos.
etc.	etc.	etc.	etc.

REPTILES.

Chéloniens. — Si je me laissais guider par l'anatomie, ce n'est pas des chéloniens, mais des sauriens que je devrais maintenant vous parler. Le poumon de ces derniers est en effet moins com-

pliqué dans sa structure que celui des tortues, et se déduit facilement, si l'on peut ainsi parler, du poumon des batraciens. Mais la comparaison erronée que l'on a établie entre le mode de respirer des grenouilles et celui des tortues me décide à rapprocher l'étude de ces deux groupes de vertébrés.

Les tortues possèdent une longue trachée, soutenue par des anneaux cartilagineux, et se bifurquant souvent très-près de son origine pour constituer deux bronches primitives. La glotte qui la fait communiquer avec l'air extérieur, peut se fermer complétement au gré de l'animal. Les poumons sont adhérents à la paroi supérieure de la cage thoracique, et s'enfoncent dans les sillons intercostaux; ils sont composés de sacs débouchant directement dans la bronche, sacs dont vous pouvez avoir une idée assez exacte en les comparant chacun au poumon d'une grenouille. La trachée, les bronches, les saillies lobulaires, sont garnies de cils vibratiles dont la ténacité vitale est tellement extraordinaire qu'on les a vus, dit Th. Williams, se mouvoir encore plusieurs mois après la mort de l'animal.

Ainsi renfermés dans une boîte osseuse inextensible, comment se remplissent et se vident les poumons? Les anatomistes, considérant l'apparente impossibilité d'une dilatation active, sont aujourd'hui tous d'accord pour déclarer que les tortues, comme les grenouilles, déglutissent l'air qui sert à leur respiration.

Ces animaux font, en effet, des mouvements réguliers de la gorge, qui ressemblent beaucoup à ceux des grenouilles; mais ces mouvements, nous le verrons, existent même chez les crocodiles, sans avoir aucun rapport avec l'acte de la déglutition aérienne.

Comme chez les grenouilles, les auteurs font jouer à la langue de la tortue le même rôle pour oblitérer les narines pendant la contraction de la gorge. Mais vous pouvez voir que la langue de la tortue que je vous présente ne peut aucunement venir s'appliquer sur l'orifice nasal postérieur.

Au reste, il est bien simple de s'assurer qu'une tortue, à laquelle on met un baillon, et qui ne peut ainsi déglutir, continue cependant à respirer et à vivre. C'est une expérience que je me rappelle avoir faite étant enfant. Ajoutons encore, que Towson

avait déjà vu, contrairement aux assertions anciennes de Coiter et de Varnier, qu'une tortue dont la carapace est ouverte, ne peut pas remplir ses poumons comme le fait une grenouille dont l'abdomen est ouvert.

Mais j'ai hâte d'arriver à une démonstration directe de cette assertion, que l'inspiration chez les tortues s'exécute comme chez les autres reptiles, par un appel d'air, par une dilatation de la cage péri-pulmonaire.

Cette preuve a été donnée par Pannizza, et il y a lieu de s'étonner qu'après une expérience aussi péremptoire, et qui date de vingt ans, on ait persisté à en enseigner la respiration par déglutition. Si l'on ne croyait pas l'expérience exacte, rien n'était plus simple de la répéter. Mais nous avons ici une preuve saisissante du danger des déductions anatomiques dans l'explication des faits physiologiques, même dans les questions de simple mécanique.

La boîte thoracique est inextensible, disent les anatomistes : il serait donc absurde de chercher à constater sa dilatation. Nous, physiologistes, nous disons, au contraire : y a-t-il, oui ou non, dilatation ? si oui, qu'importent assertions et raisonnements ! C'est aux anatomistes à chercher maintenant les agents de cette dilatation impossible dont nous avons démontré l'existence.

Car elle est démontrée, et d'une manière si simple, que la passion exclusive du scalpel anatomique peut seule expliquer qu'on ne l'ait pas comprise. Pannizza, en effet, mit un tube dans le bout inférieur de la trachée, préalablement coupée dans la région du cou, et, approchant de l'extrémité de ce tube une plume, il vit les barbes de celle-ci être alternativement attirées, puis repoussées; témoignage irrécusable d'une activité propre à la cage pulmonaire, en vertu de laquelle son volume alternativement augmente et diminue.

L'expérience de Pannizza prouvait bien qu'il y a inspiration active, mais ne disait rien de la possibilité d'une déglutition. Tout récemment, Weir Mitchell et G. Morehouse comblèrent cette lacune. Ils répétèrent d'abord l'expérience de Pannizza, dont ils ne paraissent pas avoir connu le travail; seulement, ils firent plonger

dans de l'eau le tube de verre, qu'ils avaient fixé sur le bout inférieur de la trachée divisée : ils virent ainsi l'eau s'élever à chaque inspiration et être rejetée à chaque expiration. Puis ils placèrent un autre tube dans le bout supérieur de la trachée et l'eau dans laquelle ils le plongèrent n'éprouva aucun changement de niveau; preuve complète que la déglutition est incapable d'introduire aucune quantité d'air dans l'appareil respiratoire.

Ainsi l'anatomiste déduit de l'investigation statique et déclare qu'il y a déglutition et que l'inspiration est impossible; l'expérimentateur constate qu'il n'y a pas de déglutition, et que l'inspiration est réelle. *Experientia fallax*, répète-t-on sans cesse. Certes nous avons eu tous, à nos propres dépens, la preuve désagréable que ceux qui font des expériences peuvent se tromper; mais qu'arrive-t-il, je vous prie, à ceux qui n'en font pas?

Après cette revue historique, arrivons à nos propres expériences. Elles ont encore été exécutées à l'aide des appareils enregistreurs.

Nous coiffons la tête de notre tortue avec le petit appareil de bois et de caoutchouc dont la description succincte a été donnée plus haut. On prend toutes les précautions nécessaires pour avoir une fermeture parfaite, en enduisant le bord libre de la membrane élastique d'une épaisse couche de gomme arabique.

Le tube est mis alors en correspondance avec le tambour du polygraphe. Mais, comme la quantité d'air déplacée à chaque mouvement inspiratoire et expiratoire serait trop grande, nous interposons, entre la tortue et le tambour, un flacon à deux tubulures, sur l'air duquel s'exercera la plus grande partie des efforts de dilatation et de compression. La capacité de ce flacon doit varier, évidemment, avec les dimensions de l'animal en expérience. Pour une tortue terrestre moyenne, un flacon d'un litre est suffisant.

L'animal étant libre, non anesthésié, mais tranquille, nous obtenons le tracé figuré par ce dessin (fig. 3, *b*).

Analysons maintenant notre tracé :

Si nous partons de la ligne de repos, nous voyons que le premier mouvement respiratoire est une expiration à laquelle succède une

grande inspiration que suit aussitôt une nouvelle expiration ; puis arrive la ligne horizontale, qui marque le repos.

Ainsi : demi-expiration, inspiration totale, demi-expiration,



Fig. 3.

repos en demi expiration. On peut dire encore : inspiration en un seul temps, expiration en deux temps, séparés l'un de l'autre par une longue phase de repos. Les détails relatifs à la rapidité plus ou moins grande de ces différentes phases se déduisent immédiatement de l'inspection du tracé. Le temps pendant lequel a été décrite cette espèce d'S correspond environ à cinq secondes. Et en mesurant la largeur de leur projection sur la ligne des abscisses, nous aurons, pour la durée des diverses périodes d'une révolution respiratoire :

1° Inspiration, 1 sec., 7 ; 2° demi-expiration, 1 sec., 3 ; 3° repos, 23 sec., 3 ; 4° demi-expiration, 2 sec.

C'est là un rhythme très-singulier, mais dont nous trouverons l'analogue dans la respiration normale d'autres Reptiles.

Répétons maintenant l'expérience de Pannizza, et celle de Weir Mitchell et Morehouse.

Voici une petite tortue grecque qui nous donne, avec la muselière de bois et de caoutchouc, le même tracé en forme d'S. Je mets à découvert sa trachée, ou plutôt ses deux bronches primitives; j'en lie une, je coupe l'autre et j'introduis dans l'extrémité périphérique un petit tube qui communique, par les procédés ordinaires, avec le levier de l'enregistreur.

Le cylindre étant en mouvement, vous voyez que le levier reste immobile, et trace une ligne droite; cependant l'animal exécute de prétendus mouvements de déglutition, qui n'influent en rien, comme vous le voyez, sur la respiration.

Introduisons maintenant notre tube dans le bout central de la bronche. Après quelques secondes de repos, l'animal commence

à faire une série de respirations qui fournissent le tracé ci-contre (fig. 4, *a*) :

Ce tracé emporte avec lui la preuve que la respiration se fait directement par dilatation et resserrement thoraciques. Vous voyez même que la forme primitive a été conservée.

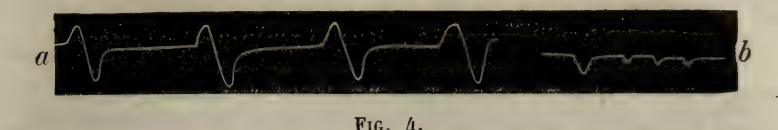


FIG. 4.

Pendant que s'inscrivait une partie de ce tracé, l'animal marchait; ainsi, la trachée étant cependant ouverte, chaque mouvement des pattes n'avait pas pour conséquence un mouvement du levier; cela est arrivé cependant pour les mouvements très-énergiques.

Mais, d'ordinaire, quand la trachée est intacte, la glotte reste fermée pendant un certain temps, et les membres peuvent alors s'agiter impunément. Cela n'est cependant pas sans quelques rares exceptions, et j'ai vu, dans quelques cas, chaque mouvement de la tortue qui s'agitait se traduire par des mouvements d'air sortant par les narines ; ici la glotte restait évidemment ouverte pendant le temps de l'agitation.

Mais cela ne prouve pas que le jeu de ces membres ne détermine pas, la glotte s'ouvrant à des intervalles réguliers, les mouvements de la respiration. Si vous placez sur le dos une tortue munie d'une muselière, vous verrez qu'à chaque inspiration elle allonge à la fois le cou et les quatre pattes, pour les retirer pendant les deux temps de la phase expiratoire. Tauvry, qui avait fait cette remarque, attribuait tous les mouvements respiratoires à cette action de la tête et des membres. Mais Townson vit que la respiration peut continuer alors même que la tête et les pattes sont attachées et maintenues immobiles.

J'ai répété et varié ces expériences, et je vous présente la preuve écrite de leurs résultats.

Le premier tracé se rapporte à la tortue dont je vous ai montré d'abord la respiration normale; le même flacon-étouffoir est em-

ployé, et la sensibilité du levier est la même. L'animal, non endormi, est placé sur le dos; sa tête et ses pattes antérieures sont tirées au maximum, et solidement maintenues par des cordes; de plus, il a un baillon dans la bouche, et est muni, pardessus, de la muselière en bois et caoutchouc. Le tracé qu'il donne alors est est représenté figure 3, *a*.

En nous reportant au tracé normal (fig. 3, *b*), nous constatons d'abord que la forme générale est la même, ce qui, à cause du bâillon, résout encore la question de la prétendue déglutition. Le temps d'arrêt équivaut à 18 secondes. Son existence, la bouche étant ouverte, montre bien qu'il est dû, comme nous l'avons dit, à la fermeture de la glotte, et non à l'existence de quelque sphincter nasal.

Vous pouvez remarquer encore que, sauf en quelques détails peu importants, l'extension continue des pattes antérieures et du cou n'a pas modifié sensiblement le rhythme et l'énergie de la respiration.

Voici maintenant une autre tortue qui, libre et intacte, nous donne le tracé suivant (fig. 5, *a*) :

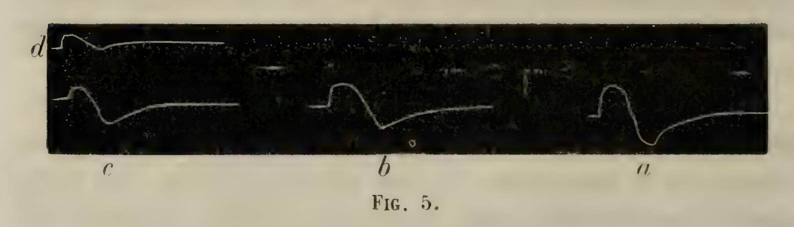


Fig. 5.

Les pattes antérieures et le cou étant tirés au maximum, avec les pattes postérieures libres, nous avons le tracé (fig. 5, *b*) :

Les pattes postérieures, à leur tour, sont maintenues seules dans l'extension, les antérieures sont libres, voici le tracé que nous obtenons (fig. 5, *c*) :

L'analyse de ce tracé nous fournit à peu près les mêmes réflexions que nous avons déjà émises. Maintenant, nous tirons à la fois, énergiquement, et nous fixons dans une extension vraiment effrayante les quatre pattes et la tête de la tortue. Elle n'en continue pas moins de respirer, et fournit le tracé (fig. 5, *d*) :

Ici, l'amplitude a manifestement diminué, la durée du mouvement, au contraire, a augmenté, car la pause inter-expiratoire a duré plus d'une minute.

Faisons enfin la même série d'expériences, non plus en maintenant les membres dans l'extension forcée, mais au contraire, en empêchant tout mouvement pour les pattes et la tête rentrées autant que possible sous la carapace, et énergiquement maintenues.

Comme notre tortue est fatiguée, nous en prenons une nouvelle qui, avec la muselière, nous donne, étant libre, le tracé habituel (fig. 6, *a*) :

Nous maintenons alors tout à fait repliées et rentrées en pressant avec les doigts autant que possible, les deux pattes postérieures : Voici notre tracé ; il ressemble au précédent (fig. 6, *b*) :

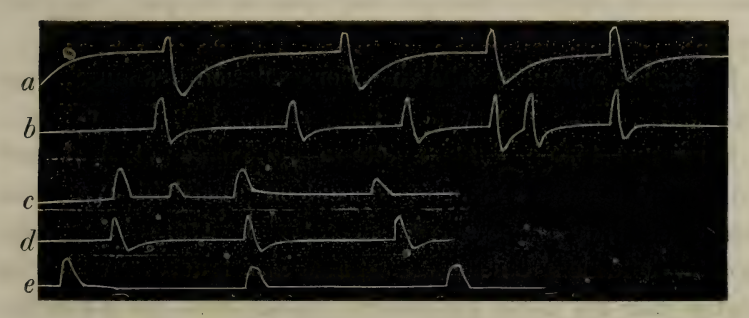


Fig. 6.

Maintenant, laissons les pattes postérieures libres, rentrons énergiquement les antérieures et refoulons le cou à l'aide de la muselière qui enveloppe la tête. A chaque moment qui devra correspondre à une inspiration, nous sentons dans les membres maintenus une tendance au déploiement qu'il faut beaucoup de force pour vaincre. Nous obtenons alors un tracé qui, au début, est celui-ci (fig. 6, *c*) :

Mais, après quelques minutes, l'animal s'accoutume à sa nouvelle position, et faisant de plus grands efforts, nous voyons apparaître la figure que voici (fig. 6, *d*) :

Enfin, après un repos nécessaire à l'animal et aussi à l'expérimentateur, nous rentrons à la fois les quatre pattes et la tête. Le

tracé que nous obtenons est identique (fig. 6, *e*) avec celui de la fig. 6, *c*.

Or, ce tracé (fig. 6, *e*) montre que l'animal n'a pu faire qu'une expiration, à la suite de laquelle il s'est laissé remplir par l'air en vertu de la simple élasticité des parties comprimées, revenant à leur situation antérieure. Mais l'inspiration active n'apparaît qu'au tracé de la fig. 6, *d*, et encore elle est excessivement faible.

Nous acquérons donc, par ces diverses expériences, la preuve qu'il y a indépendance entre les mouvements des membres et ceux de la respiration.

Les quatre pattes et le cou étant en extension complète, l'inspiration et l'expiration s'exécutent parfaitement. Mais pour avoir une inspiration active, c'est-à-dire dépassant notablement les limites de la réaction élastique dont nous avons parlé, il est nécessaire que l'animal puisse étendre ses pattes antérieures.

Il nous reste maintenant à chercher quels sont les muscles spéciaux qui président aux actes de l'inspiration et de l'expiration.

Voici une tortue dont la tête a été coupée et à laquelle nous avons enlevé le plancher sternal en procédant avec beaucoup de soin, de manière à ne pas entamer la membrane sous-jacente. Cette membrane tendue est aponévrotique, et sur elle viennent se jeter des fibres musculaires rayonnantes qui s'attachent à la carapace. Il y a là une disposition qui doit faire penser que ce muscle est expirateur, et Towson, Duvernoy, Weir Mitchell l'ont regardé comme tel. En galvanisant ces fibres, un tube étant fixé dans la trachée, nous n'obtenons, cependant, avec l'enregistreur que de très-faibles mouvements, dans le sens de l'expiration.

Mais le muscle inspirateur nous a donné des tracés plus clairs. Il est large, aplati, mince, situé en arrière, entre la carapace, le bouclier sternal et le membre postérieur. Townson en faisait déjà un inspirateur ; ce rôle lui fut dénié par Duvernoy, mais restitué par Weir Mitchell, et avec raison. En galvanisant à plusieurs reprises ce muscle, nous obtenons, en effet, par le tube trachéal, des tracés significatifs qui sont représentés à la fig. 4, *b* :

Notre courant est assez faible pour n'agir absolument que sur le muscle en question. Aucun autre muscle ne donne le même effet.

En résumé :

1° Les tortues ont un rhythme respiratoire singulier composé d'une demi-expiration, d'une inspiration totale, d'une autre demi-expiration se suivant toutes trois sans intervalle, et d'un temps de repos ordinairement fort long.

2° L'inspiration se fait par une dilatation véritable du thorax, et non par déglutition.

3° Les mouvements respiratoires peuvent s'exécuter indépendamment de ceux des membres, mais ces derniers interviennent dans les inspirations et les expirations énergiques et rapides.

4° Le muscle inspirateur est situé en arrière entre la carapace et le sternum.

Ophidiens. — Une longue trachée, une glotte qui ressemble à celle des chéloniens, mais qui est située très-près de l'union des mâchoires inférieures ; au bout de la trachée deux poumons dont l'un est toujours plus petit que l'autre, et manque même fréquemment, telle est configuration générale de l'appareil respiratoire des ophidiens. La trachée débouche directement dans le poumon ; elle s'y continue même, mais sous forme de gouttière. De celle-ci partent des sallies transversales, qui donnent naissance à d'autres crêtes, lesquelles se rejoignent par leurs ramifications, et déterminent de nombreux petits culs-de-sac, appelés ordinairement cellules pulmonaires. Les cils vibratiles, comme chez les tortues, n'existent que sur les saillies qui séparent ces cellules et sur la muqueuse trachéale même.

Le poumon, qui s'étend très-loin dans l'abdomen, ne présente pas partout cette structure. Son extrémité postérieure, sur une longueur qui varie suivant les espèces, n'est qu'un simple sac sans cellules pulmonaires et sans cils vibratiles. Les vaisseaux sanguins y sont rares ; ils proviennent, non de l'artère pulmonaire, mais de l'artère aorte et se rendent dans le système de la veine porte hépatique, au lieu de revenir, par la veine porte pulmonaire, directement au cœur.

Nous trouvons chez ces animaux une cage pulmonaire dont le rôle aspiratoire n'a jamais été mis en question. Cette cage est constituée simplement par des côtes, sans sternum. Quant aux côtes, leur forme et leur mode d'articulation sont tels que toutes les fois qu'une d'entre elles tend à se rapprocher de la tête, le sommet de sa convexité s'écarte de celui de la côte opposée, en même temps que son extrémité ventrale s'éloigne de la colonne vertébrale; le mouvement de projection en avant a donc pour effet d'augmenter à la fois les deux diamètres antéro-postérieur et transversal de la cavité où sont logés les poumons. Ceux-ci suivent le mouvement, se dilatent et se remplissent. Le retrait des côtes en arrière resserre, au contraire, les poumons et détermine l'expiration.

Pour étudier le rhythme suivant lequel se succèdent les divers mouvements respiratoires, j'ai, le 13 mars, rendu immobile, à l'aide de l'éther, une couleuvre à collier, puis je l'ai coiffée avec la petite muselière en bois et caoutchouc.

L'appareil embrassait très-étroitement la tête du reptile, et aucune fuite d'air n'avait lieu; on s'en assurait, du reste, en plaçant l'animal sous l'eau.

En attendant alors que l'animal redevînt sensible, tout en restant calme, nous obtenons le tracé que voici :

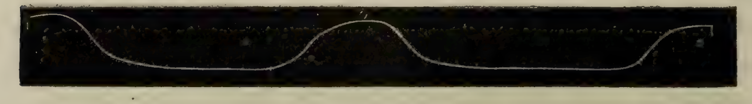


Fig. 7.

Ce sont de très-grandes et très-longues inspirations (16 secondes environ) suivies d'expirations relativement courtes (environ 9 secondes).

La valeur de cette inspiration, chez notre couleuvre qui est de taille moyenne, est d'environ 35 centimètres cubes.

C'est pendant cette longue pause inspiratrice que s'opèrent ces mouvements de la chambre respiratoire qu'a remarqués Schlegel, mouvements qui ont pour résultat de distribuer dans toute la longueur du sac pulmonaire l'air qui vient d'être intro-

duit. Mais il n'y a pas, comme il le croit, une trentaine de ces dilatations partielles dans l'intervalle de deux inspirations.

En effet, si nous introduisons dans la glotte de notre couleuvre un tube conique qui l'oblitère hermétiquement et dont le canal est mis en communication avec le polyographe, notre tracé se trouve modifié; les lèvres de cette glotte, en effet, ne pouvant plus se rapprocher et en clore l'ouverture, les mouvements que fait l'animal pour brasser l'air dans ses poumons sont transmis directement à l'appareil enregistreur. La pause inspiratoire est alors remplacée par une série saccadée de petites expirations, dont chacune correspond à un mouvement de contraction du corps; le cas le plus compliqué est celui du tracé supérieur de la fig. 8, et le plus simple celui du tracé inférieur.

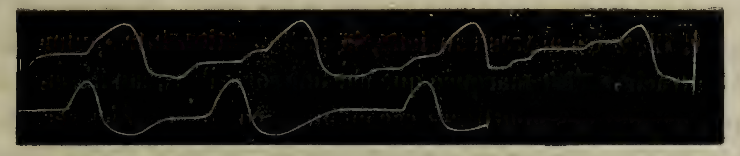


Fig. 8.

Nous n'avons donc pas pu constater plus de quatre mouvements, non pas dans l'intervalle de deux inspirations, mais pendant une inspiration même. Notons que, durant ces tracés, l'animal était resté extrêmement tranquille.

Ajoutons que souvent, et surtout quand la température est plus douce, le repos inspiratoire diminue beaucoup de durée. En voici pour preuve un tracé obtenu dans une saison chaude avec la muselière sur une couleuvre de même espèce (fig. 9, tracé supérieur).

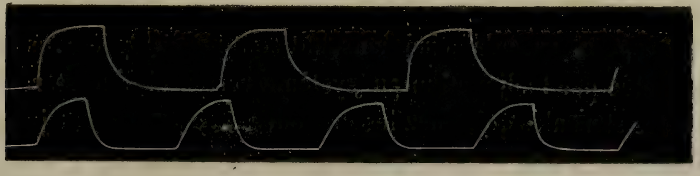


Fig. 9.

Dans ce cas, le tracé obtenu par la trachée (fig. 9, tracé inférieur) diffère très-peu de celui que fournit l'enregistrement, au moyen d'une muselière, de l'air sorti par les narines.

Le dernier tracé que je vous présente (fig. 10) a été obtenu avec un *Boa constrictor*, en été; nous n'avons pas, comme bien vous pensez, fait usage de la muselière, mais d'un petit appareil qui s'applique sur les flancs, et dont je vous donnerai la description en parlant des crocodiles.

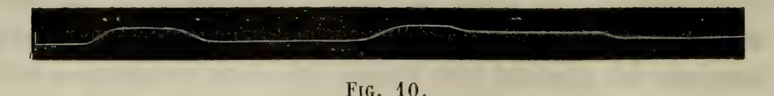


FIG. 10.

Sauriens. — La constitution générale de l'appareil pulmonaire est la même que chez les ophidiens. On retrouve, même, chez les espèces serpentiformes, chez l'orvet, par exemple, la trachée ouverte dans les poumons, ceux-ci très-inégaux et terminés par un sac, dont le sang va s'épurer dans le foie avant de retourner au cœur. Chez les autres sauriens, la prolongation intra-pulmonaire de la trachée n'est marquée que par une sorte de ruban fibreux, duquel partent des gouttières secondaires, comme chez les serpents. Les alvéoles pulmonaires sont déterminées de même, et deviennent, elles aussi, de moins en moins accentuées à mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité antérieure.

Les poumons des crocodiliens présentent une complexité plus grande; la trachée, qui y pénètre avec sa forme cylindrique, présente des orifices qui communiquent chacun avec un sac extrêmement divisé par des cloisons de plusieurs ordres successifs. Disons un mot encore des poches aériennes très-singulières que Perrault a découvertes chez le caméléon, et qui établissent un rapport singulier entre l'appareil respiratoire de cet animal et celui des oiseaux.

La cage osseuse dans laquelle sont contenus les poumons est ici complétée par l'adjonction au système vertébral d'un sternum et de côtes sternales qui, chez les crocodiles, se prolongent jusqu'au pubis. Les côtes sternales rejoignent les côtes vertébrales en faisant avec elles un angle à sinus antérieur. L'action des muscles inspirateurs a pour effet d'ouvrir cet angle et d'augmenter le diamètre sterno-vertébral. De plus, ces muscles agissant d'avant en arrière, et l'arc formé par les deux côtes réunies tournant autour

de sa corde, son sommet convexe s'écarte du plan médian du corps, et le diamètre transversal du corps s'agrandit. Cette double cause de dilatation de la cage pulmonaire, nous allons désormais la retrouver chez tous les animaux, et nous pouvons, dès maintenant, pour n'y plus revenir, formuler ce principe général qui s'applique à tous les vertébrés allantoïdiens : toute côte tirée en avant (en haut dans la station verticale de l'homme) pendant l'acte inspiratoire, se meut de manière à augmenter simultanément la cavité respiratoire dans les deux directions transversale et sterno-vertébrale.

Les auteurs attribuent le principal rôle, dans la dilatation du thorax chez les sauriens, à l'accroissement du diamètre sterno-vertébral. C'est une petite erreur. Il est très-facile de voir que chez la plupart de ces animaux, et dans l'état de repos où le ventre touche à terre, chez les crocodiliens notamment, l'augmentation a lieu presque exclusivement suivant la direction transversale.

Ces derniers animaux présentent une particularité anatomique très-intéressante, et qui joue un rôle dans l'acte respiratoire. A la base de la langue se trouve un large repli transversal, qui barre tout le fond de la cavité buccale. Derrière ce repli s'applique intimement une sorte de voile du palais, formé de deux plis membrano-musculeux qui descendent de chaque côté de la voûte palatine. Le fond de la bouche se trouve ainsi clos hermétiquement. Derrière cette cloison apparaît l'ouverture de la glotte, que l'animal peut, quand il lui plaît, fermer. L'air n'y pénètre donc que par les narines, lesquelles sont munies d'un sphincter susceptible de les oblitérer complétement. Ces faits sont faciles à observer chez un caïman de la Ménagerie, qu'une carie de la mâchoire inférieure empêche de fermer complétement la gueule.

En examinant ces animaux vivants, vous leur verrez exécuter des mouvements du plancher de la bouche et de l'hyoïde, mouvements tout à fait semblables à ceux qui, chez les tortues, en ont imposé aux naturalistes et ont fait croire à une déglutition d'air ; ces mouvements ne paraissent, comme on le verra plus loin, avoir aucun rapport avec les actes respiratoires.

Étudions d'abord le rhythme des mouvements respiratoires chez

les sauriens proprement dits (1). Prenons, comme type un lézard ocellé de France, qu'a bien voulu nous donner M. le professeur Duméril.

Nous l'immobilisons à l'aide de l'éther et nous emboîtons sa tête dans la muselière de bois et de caoutchouc ; dans ces conditions, nous obtenons un tracé qui a les plus grandes analogies avec celui des tortues, c'est-à-dire que l'animal reste gonflé pendant un certain temps en état de demi-expiration, et sort de ce repos pour exécuter des mouvements qui se traduisent par des tracés en forme d'S. L'expiration, en d'autres termes, est toujours scindée en deux temps. Vous voyez, par les deux tracés que je vous présente, que la durée de cette pause expiratoire peut beaucoup varier.

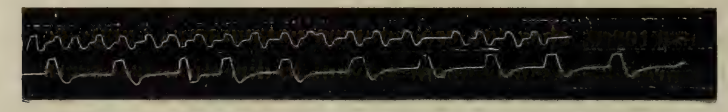


Fig. 11.

Passons aux crocodiliens.

Nous avons pu nous procurer un très-jeune caïman à museau de brochet, animal fort doux et très-facile à manier. La muselière étant appliquée sur ses longues mâchoires, l'appareil enregistreur nous fournit un graphique des plus singuliers (fig. 12, tracé supérieur).

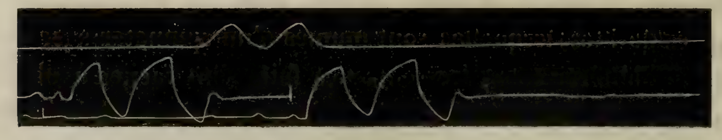


Fig. 12.

L'animal reste longtemps en repos dans la période d'inspiration ; il en sort par une expiration à laquelle succède une inspiration de courte durée, suivie d'une seconde expiration, puis d'une autre inspiration; l'animal demeure alors immobile, pour recommencer après une demi-minute ou une minute cette curieuse série.

(1) Ces expériences ont été faites dans l'été de 1868, le cours étant terminé.

Ce résultat était trop extraordinaire pour ne pas nous faire craindre d'avoir, par nos manœuvres, faussé le rhythme normal de la respiration de notre caïman. L'observation simple de notre animal laissé libre paraissait bien nous montrer que nous avions réellement enregistré la série naturelle des mouvements ; mais nous ne pouvions nous en tenir là.

Avec l'autorisation de M. Duméril, nous transportâmes dans la ménagerie des reptiles nos appareils enregisteurs. Là se trouvait un gros caïman dont nous pûmes, non sans difficultés,



FIG. 13.

inscrire les respirations sur le cylindre tournant. Pour y parvenir, nous mîmes en usage un petit appareil que vous nous verrez employer fréquemment dans l'étude de la respiration des oiseaux et des mammifères.

C'est une membrane en caoutchouc A tendue sur un petit tambour par le tube C qui communique avec le polygraphe D. Sur la membrane s'élève une tige métallique terminée par un plateau *a* qui s'applique à pression douce sur la paroi du thorax. Lorsque cette tige a déprimé la membrane, elle est ramenée par l'élasticité de la membrane et par deux rubans de caoutchouc fixés à un arc métallique B qu'elle traverse librement. En approchant doucement ce petit appareil, solidement fixé sur un pied très-lourd, de notre caïman, j'ai pu obtenir un tracé exactement semblable à celui que m'avait fourni le petit caïman. Celui-ci respirait donc bien suivant le rhythme normal. J'ai alors recueilli un très-grand nombre de tracés ; tous étaient semblables à celui que je vous ai montré ; parfois seulement, au lieu de deux inspirations successives, on en avait trois, ou plus rarement encore une seule. Je vous présente un exemple (fig. 14) où deux phases respiratoires successives sont inscrites ; elles sont séparées par un intervalle d'un peu plus de deux minutes en inspiration.

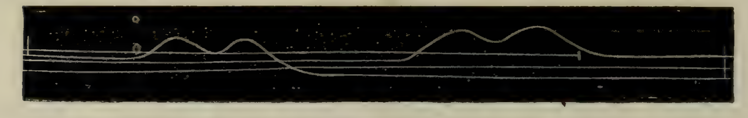


FIG. 14.

Je vous ai dit qu'on voit les crocodiles exécuter des mouvements réguliers du plancher de la bouche, tout à fait semblables à ceux qui ont fait dire que les tortues déglutissent l'air. Ces mouvements ont réellement pour effet de faire pénétrer dans l'arrière-gorge une certaine quantité d'air pur, pendant le long repos en inspiration ; cet air est ensuite rejeté en dehors. Ces mouvements prennent surtout de l'amplitude lorsque l'animal est un peu irrité ou fatigué d'être en expérience. J'ai profité de cette circonstance pour prouver, au moyen de l'appareil enregisteur, la pénétration de l'air par les narines, qui correspond à chacun de ces mouvements (voy. fig. 12, tracé inférieur, petits mouvements).

Vous pouvez remarquer que ce tracé se rapproche beaucoup de celui des tortues, c'est-à-dire que l'animal, se fatiguant, reste gonflé non plus en inspiration, mais en demi-inspiration. C'est là,

comme je le ferai remarquer plus loin, un fait général chez les reptiles. Mais revenons à nos petits mouvements de la gorge.

Si l'on examine avec le plus grand soin les flancs de l'animal pendant qu'ils s'exécutent, on ne les voit nullement se gonfler ni se détendre. Bien mieux, les tracés recueillis sur le gros caïman ne donnent, pendant le long repos inspiratoire, qu'une droite sans ondulations. L'air, ainsi introduit dans l'arrière-gorge, ne pénètre donc probablement pas plus avant.

On pourrait ne pas s'en tenir à un simple raisonnement, et avoir une certitude expérimentale directe. Pour obtenir celle-ci, il aurait fallu couper en travers la trachée de mon crocodile et placer un tube dans le bout périphérique. Ce tube étant mis en communication avec l'appareil enregistreur, dont l'aiguille aurait été amenée à une très-grande sensibilité, le tracé devrait se réduire à une droite sur laquelle n'agiraient nullement les mouvements de la gorge.

Mais cette expérience me forcerait de sacrifier complétement mon animal; j'attendrai, pour la faire, d'avoir épuisé tout ce qu'il peut promettre d'intéressant dans ses actes extérieurs. Or, voici un autre fait.

En examinant mon crocodile, on voit que, pendant le repos inspiratoire, son sphincter nasal reste contracté. Puis, au moment où il expire, les narines s'ouvrent et l'air en sort en faisant parfois entendre un assez fort sifflement. Est-ce donc en fermant ses narines que l'animal peut rester gonflé en inspiration?

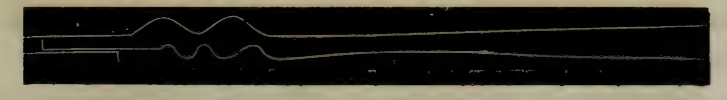


Fig. 15.

Pour répondre à cette question, j'ai bouché l'un de ces orifices avec une petite cheville de bois, et j'ai introduit dans l'autre un tube conique communiquant avec le polygraphe. L'animal a très docilement supporté ce supplice, et m'a fourni un tracé (fig. 15, tracé supérieur) tout à fait identique avec le tracé normal.

C'est donc en arrière des narines que se trouve la raison de

l'arrêt en inspiration. Nous pouvons nous demander maintenant si celui-ci a lieu parce que la glotte se ferme ou parce que l'animal reste gonflé par suite d'une contraction durable de ses muscles inspirateurs. Rien de plus aisé que de répondre à cette question.

On peut, en effet, introduire directement un tube dans la glotte. J'y suis parvenu en maintenant la gueule de l'animal très-largement ouverte, au moyen d'un bouchon, et j'ai ainsi obtenu des tracés très-concluants (fig. 15, tracé inférieur).

Ce qui signifie évidemment que le crocodile, sa glotte étant maintenue ouverte, ne peut plus rester gonflé ; son repos en inspiration devient nécessairement un repos en expiration. Lorsqu'il veut s'arrêter à son point ordinaire, l'air s'échappe lentement par le tube de la glotte et les poumons se vident par leur propre élasticité et celle des parties environnantes. Aussi voit-on l'animal s'efforcer de suppléer par le nombre des inspirations à ce gonflement pulmonaire qui lui permettait d'absorber une grande quantité d'oxygène. Je l'ai vu faire dans ces conditions nouvelles, non plus une ou deux inspirations consécutives, mais jusqu'à dix ou douze, avant de demeurer dans l'état de repos.

En résumé : long repos en inspiration, la glotte restant toujours fermée ; pendant ce repos, petits mouvements de la gorge, introduisant à travers les narines, qui s'ouvrent un peu et momentanément à cet effet, un peu d'air dans le pharynx. Puis, ouverture simultanée des narines et de la glotte, expiration suivie d'une inspiration, d'une seconde expiration et d'une seconde inspiration encore, à la suite de laquelle l'animal reste gonflé pendant un temps qui peut durer plusieurs minutes ; tel est le rhythme normal de la respiration chez les crocodiliens.

Résumé sur les reptiles. — Les actes de la respiration chez tous les reptiles proprement dits ont donc, en résumé, beaucoup de points communs.

Chez tous, bien qu'on enseigne encore classiquement le contraire pour les tortues, l'inspiration a lieu par une dilatation de la cage dans laquelle sont inclus les poumons. Chez tous, la glotte peut hermétiquement se fermer, et cela, fort aisément, à la volonté de l'animal ; cette occlusion est très-énergique : on s'ef-

forcerait inutilement de la vaincre en soufflant fortement par les narines, et il faut comprimer énergiquement le reptile pour en triompher.

Chez les reptiles, les deux temps de la respiration ne sont pas à peu près égaux et ne se succèdent pas sans repos marqué, comme cela arrive chez les mammifères et les oiseaux. Il y a toujours un repos plus ou moins long, pendant lequel la glotte se ferme et l'animal reste ou complétement gonflé, en inspiration pleine, ou incomplétement gonflé en demi-expiration. L'arrêt en inspiration pleine s'observe notamment chez les serpents et les crocodiles, l'arrêt en demi-expiration chez les lézards et les tortues. Mais pour peu que l'animal soit fatigué ou troublé, on voit aisément le premier de ces deux rhythmes se fondre dans le second. En un mot, c'est un fait général, chez tous les reptiles, que de voir après un temps parfois très-long de repos respiratoire, apparaître une expiration que suit immédiatement une inspiration.

SUR
LE MODE DE DÉVELOPPEMENT DU BOTHRIOCÉPHALE LARGE

Note communiquée à l'Académie des sciences de Paris dans sa séance du 11 janvier 1869

Par M. KNOCH (de Saint-Pétersbourg)

Traduit du manuscrit de l'auteur par M. le Dr A. RABUTEAU

L'Académie des sciences a, dans sa séance du 6 février 1865, décerné une mention honorable (Rapport de M. Coste, *Comptes rendus*, t. LX, p. 261) à M. Knoch, de Saint-Pétersbourg, pour ses recherches sur les premières phases du développement du *bothriocéphale large*.

La Commission a réservé son jugement définitif sur le travail de ce physiologiste, parce que ses observations ne résolvaient pas suffisamment la principale question qui, à ses yeux, est celle de savoir : *si l'embryon se change directement en* Bothriocéphale adulte, *ou si*, *pour arriver à ce dernier état*, *il ne subit pas d'autres métamorphoses*.

M. Knoch a complété son travail par de nouvelles recherches expérimentales, et a répondu à la question posée par l'Académie. Il montre de la manière la plus précise, que l'embryon du *Bothriocéphale large* ne subit pas de métamorphose particulière à la manière de l'embryon des *ténias* chez l'homme, c'est-à-dire qu'il ne passe pas par l'état de *cysticerque* avant de se convertir en ver rubané adulte. Les pages suivantes renferment le résumé des observations de l'auteur, telles qu'il nous les a adressées de Saint-Pétersbourg à la date du 7 décembre 1868.

Je m'empresse de porter à votre connaissance et à celle de l'Académie des sciences que, grâce à un nouveau mode d'alimentation, auquel a été soumis un chien, j'ai été assez heureux pour donner de nouvelles preuves irréfragables à l'appui des résultats positifs que j'avais annoncés auparavant. Ces preuves sont aussi décisives que celles que j'ai données jusqu'ici en faveur de ce fait,

que le Botriocéphale large, introduit dans l'estomac du chien, s'y développe directement de l'œuf ou de l'embryon, pour atteindre l'état adulte, sans qu'il ait besoin, pour passer à l'état de *scolex*, d'une immigration dans d'autres organes ou dans le corps des animaux domestiques.

Le cas nouveau, sur lequel je vais donner des indications précises, ainsi que le travail déjà présenté à vous et à l'Académie des sciences, fournit par conséquent la réponse à la question posée par cette Académie (1). Celle que nous sommes en mesure de donner de la manière la plus nette est celle-ci :

L'embryon du Bothriocéphale large ne subit pas de métamorphose particulière à la manière de l'embryon du tænia chez l'homme, c'est-à-dire qu'il ne passe pas par l'état de cysticerque, avant de se changer en ver rubané adulte.

Nous sommes d'autant plus autorisé à affirmer cette opinion, que les essais d'*alimentation* furent constamment suivis de résultats positifs, toutes les fois que nous les avons répétés chez les chiens, et que plusieurs résultats positifs, concordant tous ensemble, peuvent bien contre-balancer les résultats négatifs, quel que soit le nombre de ces résultats que l'on invoque (2).

Le cas nouveau est relatif au frère aîné du chien, dont il a été déjà question dans le mémoire qui vous a été adressé. Tous les deux provenaient d'une mère appartenant à une espèce de lévrier. L'animal en question fut nourri moins copieusement, et accidentellement, avec les embryons du Bothriocéphale large, lorsque le premier chien ne voulait pas achever d'absorber sa ration tout entière de lait chargé de germes de bothriocéphale. Cet animal ne prit donc chaque fois que les restes de la nourriture de son jeune frère. Ce cas pourrait, par conséquent, parler en faveur de la facilité d'infection chez les mammifères (chez le chien), et, par

(1) Si l'embryon se change directement en bothriocéphale, etc.

(2) Nous pouvons produire déjà cinq cas de ce genre, dans lesquels, par l'alimentation artificielle de jeunes chiens avec les œufs, et particulièrement avec les embryons du bothriocéphale large, nous sommes arrivés constamment à des résultats positifs, de sorte qu'à l'autopsie des chiens en expérience, nous avons pu trouver et montrer 3, 4 et 7 exemplaires du bothriocéphale large indépendamment des scolex de ces derniers.

suite en faveur de l'infection chez l'homme par le Bothriocéphale large.

De même que chez le chien précédent, le départ d'un fragment de ver rubané long de trois quarts de pied, fournit l'occasion de présenter, même chez l'animal vivant, la preuve certaine de l'heureux résultat de l'expérience. Ce chien, ainsi que celui dont il a été parlé précédemment, se trouva très-incommodé par cette sortie spontanée d'un fragment de ver de l'anus. L'animal, après avoir couru quelque temps inutilement, pour se débarrasser de cet appendice, y réussit enfin à l'aide de ses pattes. Le fragment de ver détaché qui, à un examen attentif, fut reconnu comme l'extrémité d'un Bothriocéphale large, fut trouvé déjà mort et en partie déchiré sur l'escalier de la maison.

DESCRIPTION DU VER RUBANÉ DÉVELOPPÉ A LA SUITE DE L'ALIMENTATION ARTIFICIELLE D'UN CHIEN AVEC LES EMBRYONS DU BOTHRIOCÉPHALE LARGE.

L'exemplaire fourni par le chien en expérience était, relativement au temps écoulé depuis la dernière alimentation, plus large et mieux développé que celui qui avait été fourni par l'autre chien au bout de deux mois. Nous dirons même que nous avons eu rarement l'occasion de rencontrer un ver rubané aussi large et aussi beau, parmi les nombreux exemplaires de Bothriocéphale large observés par nous jusqu'à présent. Les organes génitaux se dessinaient très-bien sur les fragments moyens des proglottis, sous forme de rosette dans la chaîne articulée, qui se présentait sous l'aspect d'un ruban transparent, large de trois quarts de pouce. La partie terminale de ce ver n'était pas arrondie, convexe comme dans le fragment rendu par l'autre chien, mais, au delà de la partie moyenne de l'article, elle revêtait une forme concave, évidée en quelque sorte, tandis que les parties latérales allongées s'étendaient sous la forme de pointes convergentes.

Cette configuration de la partie terminale autorise à admettre qu'un fragment du parasite était déjà sorti auparavant, fragment que le chien, sans qu'on s'en fût aperçu, avait déchiré avec ses

dents comme cette fois. La partie antérieure du fragment qui s'était séparée de l'autre portion restée dans l'intestin du chien, était partagée en fragments plus ou moins gros par suite de déchirures, tandis qu'une autre portion voisine de l'extrémité terminale était comme déchirée par les dents.

La longueur des articles était moindre que leur largeur. Ainsi, tandis que leur largeur était de trois quarts de pouce, leur longueur ne présentait que le quart de cette dimension. Les proglottis étaient donc quatre fois plus larges que longs, et faisaient admettre que le fragment de ver en question appartenait à un exemplaire du Bothriocéphale large, dans le sens le plus rigoureux et le plus complet (*Bothriocephalus latus stricte dictus*). Les articles étaient nettement distincts les uns des autres par leur bord inférieur tranchant, ce qui fait que ce fragment de ver se distinguait du ver rubané rendu par le chien précédent, autant par ce caractère que par sa largeur considérable. Tandis que chez ce dernier, le bord inférieur des articles était indiqué surtout par des proéminences mamillaires disposées en séries (1) et qu'il était d'ailleurs difficile à distinguer, on voyait au contraire, sur l'exemplaire en question, le bord inférieur apparaître comme une lisière plus claire vers la masse ovulaire (*Dotterstock*), aussitôt qu'on plaçait le fragment du ver rubané en face de la lumière. Le bord latéral des articles paraissait faiblement bombé, tandis que son extrémité inférieure n'était que peu proéminente. Ce n'est que dans un petit nombre de proglottis que le bord latéral simulait une ligne droite, et, plus rarement encore, ce bord formait une ligne concave vers le milieu de l'article.

Ce large ver rubané se distinguait par sa grande délicatesse et par une transparence telle que je n'en avais pas encore observé. En tenant simplement dans l'eau ce Bothriocéphale large, et le plaçant vis-à-vis de la lumière, on pouvait observer manifestement, sans aucune préparation, les divers organes, tels que les organes

(1) On n'observait pourtant cette particularité que sur les articles du fragment de ver qui était sorti, et seulement vers la partie postérieure du parasite, tandis que les autres articles laissaient apercevoir des bords parfaitement limités, sur toute l'étendue de la chaîne du ver rubané.

sexuels, les masses ou rubans ovulaires ou vitellins (*Dotterstöcke*), placés sur les parties latérales des articles ; amas qui donnaient à ces parties un aspect ponctué, plus obscur, moins transparent que dans la partie moyenne plus claire, où l'on observait la disposition en rosette des organes génitaux femelles.

Entre la partie moyenne et la partie latérale des proglottis, on pouvait encore reconnaître, à l'œil nu, des corps semblables, plus grands et épars çà et là. Plus on se rapprochait de la partie supérieure de l'article, plus ces corps étaient nombreux et se rapprochaient des utricules génitaux (utérus), tandis que la partie moyenne claire des articles renfermait d'autant moins de masses vitellines éparses çà et là, qu'on la considérait davantage vers sa partie la plus large et la plus rapprochée du bord inférieur de l'article. La masse vitelline ne présentait pas, dans tous les articles, la position équidistante ou symétrique entre les parties latérales par rapport à la partie moyenne ; en effet, on la voyait tantôt s'étendre jusqu'aux circonvolutions des organes femelles, tantôt laisser, entre elle et ces organes, un espace intermédiaire plus ou moins large.

De la poche du cirre (*Cirrusbeutel*) qui, à cause de son aspect blanchâtre, est la partie la moins visible des organes génitaux, on voyait sortir la verge, semblable à une cheville assez allongée, affectant une position perpendiculaire, tandis que les organes génitaux femelles (utérus) formaient une élévation marquée des deux côtés de poche, sur la surface des articles, et étaient gonflés par l'accumulation en masse des œufs parvenus à la maturité.

Ces derniers, c'est-à-dire leur enveloppe de nature chitineuse primitivement incolore, prenaient assez promptement une coloration jaune-brun sous l'influence de l'air, de sorte que les utricules génitaux, distendus en avant par l'accumulation des œufs parvenus à la maturité, offraient une coloration brunâtre, qui diminuait d'intensité à mesure qu'on s'éloignait de la poche du cirre (*Cirrusbeutel*) et disparaissait déjà derrière la troisième circonvolution des utricules renfermant les œufs. Ces mêmes organes présentaient ici une coloration d'un bleu-gris, et leurs circonvolutions deve-

naient plus étroites et plus courtes, d'où il résulte que la rosette se rétrécissait de plus en plus.

Chez ce ver rubané si transparent, on pouvait, sans éclairage particulier, et à un faible grossissement, poursuivre sur les proglottis les diverses circonvolutions des utricules génitaux, depuis les couches superficielles jusqu'aux couches profondes. Vers la partie postérieure des articles, ces canaux se réunissaient en simulant les branches d'un tronc, pour former un canal vitellin commun (*Dottergang*). Ce tronc, provenant de la réunion élégante des rameaux, se perdait dans les couches profondes des proglottis, dans le voisinage de ce qu'on appelle glande conglomérée (*Knäunaueldruse*, *Ovaires* de Leuckart). Au milieu des parties latérales, les vaisseaux longitudinaux n'étaient que très-faiblement discernables à l'œil nu.

Les œufs mûrs, pris dans l'utérus, présentaient la forme ordinaire, comme je les ai déjà représentés dans les descriptions de ma monographie du Bothriocéphale large. Ils étaient tous uniformément développés dans la partie supérieure des proglottis, et leur vitellus, d'accord avec ce que j'avais vu dans mes observations précédentes, présentait les grandes cellules de segmentation ou cellules vitellines. Au milieu de l'œuf, le vitellus apparaissait plus clair et plus transparent. A l'endroit des proglottis, où le canal vitellin (*Dottergang*) se perd dans leur profondeur, les œufs remplis seulement en partie de vitellus, présentaient dans leurs utricules (*Schlauch*) une coque plus mince, plus délicate que celle qu'ils offrent dans l'utérus; ils paraissaient en même temps plus grands, sans doute parce qu'ils étaient plus étendus dans certains sens par la pression, d'où il résultait que, par suite de l'espace étroit qui les contenait, ils offraient un aspect légèrement polygonal. La pellicule de l'œuf était homogène, unie, sans ponctuations, comme elle avait été d'ailleurs représentée fidèlement dans les figures de ma monographie. Leur aspect était d'un gris mat, et leurs bords étaient partiellement dentelés à l'endroit de la déchirure.

L'appareil protecteur, qui se montre d'une manière évidente, particulièrement à l'époque de l'apparition de l'embryon, n'a pu

être reconnu que par ses crénelures latérales sur la coque (pellicule) extérieure et surtout lorsque, sous l'influence de la glycérine, la pellicule se sépare du vitellus qui se contracte. En recourant à ce moyen de gonflement, on pouvait reconnaître, d'une manière évidente, sur la surface ventrale, et particulièrement sur la surface dorsale du ver rubané, le canal de la bourse du cirre, fortement contourné, à dimensions inégales, et présentant des contours nettement dessinés.

Je termine cet exposé de résultats positifs nouveaux, acquis au moyen d'une alimentation artificielle chez le chien, en faisant remarquer que je me suis servi de cet exemplaire adulte de *Bothriocéphale large* pour obtenir des embryons ciliés de bothriocéphale.

En me permettant d'adresser, à vous, et à l'Académie des sciences de Paris, ces faits nouveaux, qui se trouvent en parfait accord avec les résultats positifs acquis antérieurement, je m'en rapporte à cette Académie savante, touchant la décision de cette question, savoir si j'ai réussi, par des recherches nouvelles et par les résultats positifs que ces recherches ont fournis, à donner la preuve que les embryons du bothriocéphale large se développent directement à l'état de ver rubané adulte, et que, pour atteindre ce dernier état, ils n'ont pas besoin de subir des *métamorphoses subséquentes*, tel que l'état de cysticerque dans d'autres organes.

MÉMOIRE

SUR L'ENCÉPHALE DES ÉDENTÉS

Par GEORGES POUCHET

Aide-naturaliste, Chef des travaux anatomiques au Muséum.

PLANCHES III, IV, V ET VI

III

CERVELET.

L'ombre dans laquelle les anatomistes ont laissé comme à dessein les modifications qu'offre le cervelet dans les différents groupes de la classe des mammifères, et même l'incertitude qui règne jusqu'à un certain point sur les homologies des différentes parties qui le composent, nous engagent à entrer ici dans quelques détails afin de bien préciser les régions de l'organe sur lesquelles porteront nos comparaisons.

Chez l'homme, on découvre à la face inférieure du cervelet, dans la dépression triangulaire qui existe de chaque côté de la moelle allongée, un petit lobe d'un aspect spécial, tranchant nettement sur le reste de la masse cérébelleuse. Les anciens anatomistes lui ont donné le nom de *floccus* ou de *flocculus*, tiré de son apparence. Ce nom a, en anatomie comparative, quelques inconvénients : il expose à des confusions, parce qu'on retrouve au cervelet de certains mammifères des appendices qui ont avec les *flocci* une ressemblance extérieure, sans en être les homologues. Les anatomistes ayant cru à une relation directe entre le *floccus* et les nerfs soit de la huitième, soit de la dixième paire, l'ont appelé tour à tour lobule du nerf auditif (Foville), lobule du nerf pneumogastrique (Cruveilhier), lobule du nerf vague, etc. Nous l'appellerons simplement *lobule* par opposition au *lobe* latéral ou hémisphère cérébelleux. Ce nom a du moins l'avantage de ne

préjuger rien des connexions profondes des parties. On peut répéter du cervelet ce que nous avons déjà dit des circonvolutions : tant que nous continuerons d'ignorer les points précis d'où viennent et où se rendent les fibres nerveuses en communication avec une portion quelconque de la substance grise, nous ne serons pas à même de déterminer — vu l'homogénéité de celle-ci sur toute la surface des plis — les régions de cette surface qui doivent être regardées comme des organes distincts. Il est possible que le lobule soit un centre nerveux spécial, il est possible que son rôle et ses fonctions ne diffèrent en rien de ceux des plis avoisinants : ce sont là des questions que l'expérimentation et l'examen microscopique peuvent seuls résoudre.

Chez les grands Singes et aussi chez les Cétacés, le lobule reproduit assez exactement la disposition qu'il offre chez l'homme Dans le reste de la série, on le voit prendre, à mesure que l'on descend, une importance de plus en plus grande, tant par l'augmentation de son volume proportionnel que par la diminution et le retrait des parties environnantes. Déjà, sous ce rapport, les Gibbons s'éloignent considérablement des Singes anthropomorphes. Le lobule, en même temps qu'il grandit, se porte en avant et en dehors. Tantôt, comme cela est le cas ordinaire chez les Édentés, il offre un groupe unique de plis parallèles dont l'ensemble est bien limité par un sillon; tantôt il paraît se diviser en plusieurs masses ayant chacune son système de plis. Alors il n'est plus aussi facile de distinguer ceux qui appartiennent au lobule; il est probable cependant qu'on y pourrait toujours arriver avec quelque attention.

En même temps, chez un certain nombre d'animaux, parmi ceux où le lobule a pris le plus de développement, on voit un groupe de très-petites circonvolutions faire saillie à sa surface et rappeler par son aspect le floccus de l'homme. C'est à ce petit groupe, dont l'existence est loin d'ailleurs d'être constante, que nous réservons le nom de *houppe*. Celle-ci n'est donc pas l'homologue du floccus, mais simplement un accessoire possible du lobule. Le *lobule* représente seul le floccus, et seul a les mêmes connexions avec la moelle, tandis que la houppe est toujours placée à la

face convexe du lobule, à l'extrémité du grand axe du cervelet (1).

Chez les Édentés, la situation relative et l'étendue transversale du cervelet par rapport aux hémisphères varient notablement. Les hémisphères des Paresseux tendent légèrement à recouvrir le cervelet, et chez le Mylodon cette tendance est nettement accusée. En général, le cervelet est relégué en arrière de la masse du cerveau et des tubercules jumeaux. Son diamètre transversal est inférieur à celui des hémisphères chez les Paresseux, les Pangolins, les Fourmiliers, l'Oryctérope. C'est l'Aï, qui paraît offrir le plus grand écart, il est de $\frac{11}{15}$ ou de $\frac{314}{435}$. Le diamètre transversal du cervelet égale sensiblement celui des hémisphères chez le Mylodon ; il le dépasse considérablement chez le Glyptodon, où le rapport est de $\frac{75}{58}$ ou de $\frac{562}{435}$.

D'une manière générale, on peut dire que chez les Édentés il y a équivalence de volume entre les trois lobes du cervelet. Ceci n'est pas toutefois un caractère propre à ces animaux, puisqu'on le retrouve plus ou moins communément dans les autres ordres de la classe des mammifères, excepté les Cétacés. Déjà, chez les petits quadrumanes, on remarque cette égalité de volume entre le vermis et chacun des hémisphères cérébelleux, ceux-ci diminuant dans la série beaucoup plus vîte que celui-là (2); toutefois la formedu cervelet, dont la face supérieure continue de regarder directement en haut et d'être recouverte par le cerveau, ne permet aucune confusion. Un grand nombre de carnassiers (3) ont aussi les trois lobes équivalents au moins en apparence, seulement les hémisphères y sont ordinairement d'une

(1) La houppe existe chez le Gibbon, où le lobule a déjà pris un grand développement. On la retrouve chez le Callitriche, l'Atèle, le Semnopithèque maure, le Brachyurus rubicundus, le Cheirogale de Milius. Elle n'existe pas chez les carnassiers des genres Loutre, Coati, Raton ; elle est au contraire très-développée chez les Ours. Elle est saillante chez un grand nombre de rongeurs, entre autres le Myopotame coïpou. Enfin, les didelphes, tels que les Phalangers, les Kanguroos, offrent à la fois un développement considérable du lobule et une proéminence marquée de la houppe.

(2) L'Hapale œdipus et l'Hapale jaccus, le Microcèbe de Madagascar, le Cheirogale de Milius.

(3) Le Suricate, la Genette, le Zibeth, la Mangouste ; on peut y joindre le Chien, le Renard, la Fouine.

forme pyramidale ou conique qu'on ne retrouve pas chez les Édentés; il arrive même chez les Tatous que les trois lobes ont non-seulement un volume apparent égal, mais presque une figure semblable. Les ruminants, les pachydermes (1) prêtent aux mêmes observations que les carnassiers : les trois lobes de leur cervelet sont parfois équivalents. Si nous descendons aux rongeurs, rien n'est plus commun que de voir le vermis égaler en volume chacun des lobes latéraux (2) ou même avoir sur eux l'avantage (3). On en peut dire autant des didelphiens : chez le Dasyure, chez l'Échidné, le vermis l'emporte manifestement sur les lobes latéraux.

L'équivalence des trois lobes du cervelet peut être considérée chez les Édentés comme une sorte de moyenne dont chaque groupe s'éloigne en plus ou en moins. Leur cervelet, comme le cerveau lui-même, offre une grande variété. Tantôt il est presque globuleux (Tamanoir); tantôt il y a prédominance marquée du diamètre transversal (Tatous). Chez les Paresseux, le volume des lobes latéraux l'emporte sur celui du vermis; chez les derniers représentants de l'ordre, les Tatous, c'est le contraire. Quelques-uns ont les plis du cervelet irrégulièrement disposés (Fourmiliers, Oryctérope), mais cela est l'exception; ils sont d'ordinaire parallèles et symétriques. Le lobule est toujours développé, très-distinct; la houppe n'est pas constante, elle est très-proéminente chez le Tamandua.

Chez les Édentés où les plis cérébelleux sont horizontaux et symétriques, rien sur le vermis ou sur les lobes ne laisse deviner au dehors le groupement de ces plis par rapport aux masses de substance blanche dont la coupe forme l'*arbre de vie*. Les divisions primaires de celui-ci sont toujours peu nombreuses, on en compte sur le lobe moyen de cinq à sept : les sillons qui les séparent, sont profonds et atteignent chez le Tamanoir 8 millimètres. Mais on ne les distingue pas, au dehors, des sillons qui limitent les plis greffés sur une même ramification de l'arbre.

(1) La Chèvre naine, le Daman; chez l'Hippopotame, à la naissance, le vermis, est aussi beaucoup plus gros que chacun des lobes latéraux.

(2) Myopotame coïpou, Cavia paca, Agouti, Marmotte, Lapin, Polatouche, etc.

(3) Cténodactyle d'Algérie, Gerboise, Rat.

La coupe du cervelet, sur des sujets plus ou moins bien conservés dans l'alcool, nous a constamment montré tous les plis bordés par une zone de substance grise plus claire, nettement tranchée, d'une épaisseur partout uniforme, suivant rigoureusement tous les contours des plis. Au-dessous d'elle, une autre couche grise plus froncée et plus ou moins épaisse se confondait vaguement avec la substance blanche médullaire.

Parèsseux. — Mylodon.

Le cervelet des Paresseux, auxquels il faut joindre le Mylodon, a une supériorité marquée sur celui des autres Édentés. La face postérieure du cerveau tend, avons-nous dit, à se porter au-dessus de lui. Le diamètre transversal du cervelet est très-inférieur à celui du cerveau chez l'Aï, moins chez l'Unau ; il lui est égal chez le Mylodon. Chez l'Unau, le cervelet est aussi plus proéminent, il s'élève presque au même niveau que les hémisphères, ce qui est un signe d'infériorité. Chez l'Aï, il monte moins haut et continue sensiblement la courbe que dessine la face supérieure de l'encéphale. Chez le Mylodon, l'élévation du cervelet, par rapport aux hémisphères, est très-faible et de ce côté le Mylodon a l'avantage sur tous les Édentés vivants (pl. I).

Chez l'Unau et l'Aï, le volume des lobes latéraux l'emporte sensiblement sur celui du lobe médian. Chez l'Aï, le vermis est plus large en arrière qu'en avant et à peu près de niveau avec les lobes. Chacun de ceux-ci est ovoïde et recouvert par un seul système de plis horizontaux. Le lobule surmonte le lobe et forme avec lui une masse régulière, presque hémisphérique, un peu conique. Les houppes ne proéminent point.

La surface du cervelet de l'Unau ne se recourbe pas sur elle-même en arrière, elle n'est pas cylindrique. Le cervelet paraît s'étendre au contraire sur la moelle allongée : il en résulte que sa face postérieure est plutôt concave que convexe. Les Tatous offrent aussi la même apparence, malgré la forme toute différente de leur cervelet.

Chez l'Unau, le vermis, très-peu saillant, va en diminuant de largeur de l'avant à l'arrière, à l'inverse de ce qui existe chez l'Aï ; il

semble se terminer par une mince languette étendue sur le sillon postérieur de la moelle ; c'est une disposition qu'on retrouve au reste chez d'autres mammifères (1).

Les lobes latéraux, beaucoup plus volumineux que le vermis, sont olivaires. La grosse extrémité contribue à former supérieurement le contour du cervelet ; la pointe descend en s'amincissant comme le vermis, sur les cordons de la moelle. Les plis appartiennent à deux systèmes différents ; en bas, ils sont obliques ; les supérieurs sont horizontaux et se continuent directement avec ceux du vermis, offrant ainsi une disposition qu'on rencontre chez un grand nombre de mammifères (2). Le lobule est très-saillant sur le côté ; la houppe forme entre lui et le lobe une éminence conique qui se prolonge en arrière comme les autres parties du cervelet. Il faut enfin signaler quelques plis irréguliers qui descendent sur les côtés du bulbe où ils viennent presque cacher l'origine des pneumogastriques.

La cavité crânienne du Mylodon présente au niveau de la partie supérieure du vermis une excavation qui se traduit sur le moule par une crête saillante, conique, comprimée latéralement. Cette crête ne répond pas évidemment à la forme du vermis, qui s'éloignerait ainsi de tout ce qui existe chez les mammifères. Le moule indique toutefois que le vermis devait être assez peu développé, tandis que les parties latérales du cervelet prenaient une extension considérable. Le lobule, dont il semble qu'on lise nettement la trace, devait presque égaler le lobe en étendue ; il était certainement surmonté d'une houppe logée dans une excavation qui existe en arrière du rocher.

Pangolins. — Dionyx. — Fourmiliers. — Oryctérope.

Chez tous ces animaux caractérisés soit par le manque de dents, soit par les modifications profondes qu'elles présentent (Oryctérope), le cervelet se ressemble beaucoup. Il est placé tout

(1) On peut citer le Cheirogale de Milius.

(2) Entre autres, les Ours, le Coatis, le Raton, le Kinkajou, le Blaireau et aussi le Porc-épic.

à fait en arrière des hémisphères et a la forme d'un ovoïde assez régulier. Les trois lobes sont plus sensiblement égaux que dans le groupe des Paresseux ; ils sont ordinairement sans délimitation extérieure bien profonde.

Chez les Pangolins, par exemple, les lobes se présentent comme deux masses globuleuses fondues avec le vermis ; celui-ci, peu distinct en avant, disparaît en arrière, et les deux lobes semblent se confondre au-dessous de lui. Les plis sont tous transversaux et se prolongent d'un lobe à l'autre. Les plis du lobule forment seuls un système à part ; le lobule est rejeté en avant du lobe latéral, dans lequel il est enclavé et au-dessus duquel il ne fait aucune saillie. Il n'y a point de houppe (pl. IV, fig. 5, 6).

Le Dionyx a, par le cervelet, une affinité plus marquée avec le Pangolin qu'avec aucun autre Édenté. Son cervelet est cependant plus lozangique ; il y a prédominance évidente du vermis ; enfin les trois lobes sont, comme chez l'Oryctérope, délimités par une dépression sensible qui fait le passage à la disposition caractéristique des Tatous. Le vermis est plus large vers le milieu de sa longueur que dans le reste de son étendue. Il compte environ douze plis ; les supérieurs se prolongent sur les lobes latéraux ; les derniers, rappelant un peu ce qui existe chez l'Unau, se relèvent légèrement sur la moelle (pl. IV, fig. 1-4).

Chez les Fourmiliers, les plis offrent la confusion apparente qu'on retrouve chez un très-grand nombre de mammifères appartenant à différents ordres, tels que carnassiers, pachydermes, ruminants et même rongeurs. Les plis des lobes latéraux ne sont pas les seuls qui soient ainsi divisés en plusieurs systèmes ; ceux du vermis le sont aussi chez le Tamanoir (1). Le grand axe du cervelet des Fourmiliers est relativement court ; l'organe chez le Tamandua est presque globuleux. Les lobes latéraux dépassent de peu le volume du vermis et gardent la forme hémisphérique qu'ils ont chez le Pangolin (2). Le Tamandua, seul dans ce groupe qu'on pourrait appeler celui des Édentés vrais (Fourmiliers,

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Quatrième mémoire.

(2) Le cervelet du Cabiai n'est pas sans offrir une certaine analogie avec celui du grand Fourmilier.

Pangolins, Dionyx), a le lobule surmonté d'une houppe saillante (1). Elle est même plus accentuée que celle des Tatous, et logée dans la cavité du rocher que nous avons signalée.

Le cervelet de l'Oryctérope fait le passage à celui des Tatous : les os du crâne portent, comme chez ceux-ci, trois empreintes répondant aux trois lobes, seulement elles ne sont ni parallèles, ni aussi étendues. Le cervelet de l'Oryctérope est relativement petit, ses hémisphères reposent sur l'espèce de plate-forme que présentent en dessus les deux rochers. Le vermis, autant que l'indiquent les empreintes crâniennes, est peu développé ; le lobule, au contraire, doit être très-grand et probablement surmonté d'une houppe volumineuse. On trouve déjà sur le fœtus (2) l'indice d'une future irrégularité des plis, qui ne fait que confirmer encore le rapprochement de l'encéphale de l'Oryctérope avec celui des Fourmiliers (pl. V, fig. 3, 4).

Tatous.

On lit dans la 2e édition des *Leçons d'anatomie comparée* de Cuvier : « Dans les Chauves-Souris et dans le Tatou, le cervelet est » peu épais, et ses lobes latéraux, ramenés en avant, forment une » concavité qui embrasse les tubercules quadrijumeaux. » Cette considération a servi de thème à M. Serres pour de longs développements où nous ne saurions le suivre sans abandonner le terrain de la science positive (3). Le cervelet des Tatous, comme celui des Édentules ou Édentés vrais, a un caractère spécifique assez bien déterminé (pl. VI). Il offre, quand on le regarde en dessus et en arrière, trois lobes à peu près égaux, se présentant comme trois cylindres verticaux, que séparent deux dépressions profondes. Le vermis est plus long que les lobes latéraux, il est plus gros qu'eux dans le jeune âge. Il se relève en arrière comme chez l'Unau, et quelquefois s'élargit (Cachicame). Il se termine tantôt sous la forme d'un coin exactement logé dans le bec

(1) On peut la comparer à ce qu'elle est chez le Cheirogale par exemple, et chez les Ours.

(2) Voyez ci-dessus, p. 16.

(3) Voy. *Anatomie comparée du système nerveux*. T. II, p. 381.

du calamus (Cachicame) et tantôt ne s'étend pas tout à fait aussi loin (Encoubert), de manière à laisser le plancher du quatrième ventricule en partie à découvert.

Les lobes latéraux forment deux cylindres coupés comme le vermis, de sillons transversaux très-réguliers. En dehors de chaque lobe, le lobule forme une autre éminence parfois considérable (Priodont), isolée du lobe par une dépression presque aussi marquée en bas que celle qui sépare celui-ci du vermis.

Le lobule est parfois contourné en S (Encoubert). Enfin, le Cachicame paraît avoir une houppe saillante qui n'existe point chez l'Encoubert.

Glyptodon.

Le cervelet du Glyptodon n'a rien de commun avec celui des Tatous, comme l'indique manifestement l'obliquité de l'occipital et l'absence de toute gouttière médiane à sa face interne (1). D'après les indications que donne le moule de la cavité crânienne, le lobe médian devait avoir un volume relatif considérable, qui dépassait de beaucoup celui des lobes latéraux. Il semble que le lobe latéral devait offrir en avant et en haut un prolongement qui était peut-être le lobule ; dans ce cas, il atteignait certainement chez le Glyptodon un développement plus considérable que chez aucun autre Édenté (pl. II).

Les os du crâne ne présentent aucune excavation spéciale pour loger une houppe, mais il faut se rappeler que le temporal était largement séparé des autres os, et que nous ne pouvons avoir, à cause de cela, le moule rigoureux des parois latérales de la fosse cérébelleuse.

IV

FACE INFÉRIEURE DE L'ENCÉPHALE.

La face inférieure de l'encéphale des Édentés est surtout remarquable par la place qu'y prennent le lobe de l'hippocampe et le champ olfactif. Quelquefois ces parties sont débordées par les

(1) Voyez ci-dessus, Cinquième année, p. 673.

hémisphères (Paresseux, Dionyx); chez d'autres espèces, ceux-ci ne les dépassent point (Fourmiliers, Tatous). Mais le lobe de l'hippocampe et le champ olfactif ne sont jamais nettement délimités comme cela se voit chez beaucoup de mammifères : il est fréquent en effet de trouver le lobe de l'hippocampe et le champ olfactif cernés par un sillon continu, profond, comme par exemple chez les Ruminants et les Solipèdes, qui peuvent ici servir de type. Vu de profil, le cerveau paraît divisé par ce sillon en deux étages ; en dessus la masse des circonvolutions ; en dessous la région du lobe de l'hippocampe, qui est comme le socle de la première : les circonvolutions ne se continuent pas sur elle, elle ne présente que rarement quelques plis, enfin sa couleur même est différente. Toute cette region dessine comme une sorte d'écusson plaqué contre la face inférieure du cerveau, bordé par un sillon, distinct par sa couleur, par l'absence de circonvolutions, par tout son aspect. Nous avons cité les Solipèdes et les Ruminants, l'*écusson* est très-accentué chez eux ; on le retrouve chez les Marsupiaux (Phascolome wombat, Konguroo géant), les Carnassiers (Hyène). En remontant l'échelle, on le voit s'effacer peu à peu, surtout chez les Singes inférieurs (Saï, Sajou, Semnopithèque), et enfin disparaître chez l'Homme. Les Édentés, malgré la place dégradée qu'ils occupent, ne présentent jamais d'écusson ; jamais de sillon qui limite et isole à la fois le champ olfactif et le lobe de l'hippocampe. Parfois celui-ci se confond entièrement avec l'hémisphère (Dionyx) et quand il en est séparé, c'est par un sillon très-peu profond. Le champ olfactif n'est pas mieux isolé ; il peut arriver qu'il se distingue très-visiblement de la surface des hémisphères par la direction de ses fibres (Fourmiliers, Tatous), il peut arriver même qu'il remonte sur elle en forme de bourrelet (Oryctérope) ; mais jamais on ne trouve ce bord tranchant et ce sillon si net qui limite le champ olfactif chez les mammifères où l'écusson est bien dessiné.

Le bulbe rachidien, vu par la face inférieure, offre ordinairement un diamètre considérable, comparé soit au volume du cerveau (Tatous), soit au reste de la moelle (Unau). Dans ce dernier cas, le bulbe a une forme conique très-accentuée.

Le pont de Varole est toujours étroit, très-peu saillant, quoique nettement distinct. L'infundibulum est toujours visible; la tige pituitaire large et largement ouverte. L'éminence qui répond aux tubercules mamillaires, est mal définie dans la plupart des cas, elle se reconnaît cependant chez l'Encoubert. Les lobes de l'hippocampe sont tantôt sphériques (Paresseux, Pangolins) et tantôt ovoïdes (Fourmiliers). Les nerfs optiques sont petits; le chiasma répond assez généralement au point où les deux lobes de l'hippocampe se rapprochent le plus de la ligne médiane : c'est le milieu de leur longueur quand ils sont globuleux, c'est presque l'extrémité antérieure quand ils sont ovoïdes, parce qu'ils sont alors fortement inclinés l'un vers l'autre. Le champ olfactif ne varie pas moins : tantôt il n'atteint pas les bords de la face inférieure de l'encéphale (Paresseux, Pangolins), et tantôt il monte sur le côté de l'hémisphère qui semble se dérober (Fourmiliers, Tatous).

Le corps pituitaire offre relativement un volume notable. Chez quelques espèces (Fourmiliers), il est logé dans une excavation profonde du plancher de la cavité crânienne. Chez le Tamanoir, il est ovale, légèrement déprimé en dessus; il mesure $0^{m},013$ de long et $0^{m},010$ de large; il est en rapport avec l'infundibulum par l'extrémité antérieure de son grand axe, et se compose de deux parties. L'une remplit la fosse en avant, en arrière sa face supérieure se creuse pour loger l'autre portion de la glande, qui est au contraire renflée en arrière et amincie en avant : c'est cette portion seule qui continue directement la tige. Chez tous les Édentés, le corps pituitaire ressemble à ce qu'il est chez le Tamanoir, avec quelques variétés seulement dans la forme totale de l'organe; il est ovale chez le Tamandua, circulaire chez les Paresseux, triangulaire chez le Dionyx et en forme de trèfle chez le Pangolin; mais la division en deux parties et le rapport de ces deux parties restent constants. La tige est proportionnellement plus large chez les Paresseux et le Dionyx que chez les Fourmiliers, et encore plus chez les Pangolins.

Paresseux.— Mylodon.

On retrouve à la face basilaire du cerveau des Paresseux la

marque de cette supériorité qu'ils ont sur le reste des Édentés (pl. I, fig. 4 ; pl. III, fig. 6 et 8). Le lobe de l'hippocampe est saillant, mais il est dépassé sur les côtés et surtout en arrière, par l'extrémité de la circonvolution courbe et par la circonvolution courbe accessoire quand elle existe. Il est assez régulièrement globuleux, plus chez l'Aï que chez l'Unau. Chez ce dernier, il présente latéralement quelques éminences et quelques dépressions. C'est une particularité d'ailleurs assez rare, qu'on retrouve cependant chez le Pangolin, chez l'Oryctérope, et qui existe aussi chez certains Carnassiers (1).

Le champ olfactif des Paresseux fait une saillie très-faible; il est arrondi et séparé en dehors par un trait à peine distinct du reste de l'hémisphère.

Les bulbes olfactifs sont relativement petits, ovoïdes, à grand axe longitudinal ; ils sont insérés sur la face inférieure même des hémisphères et ne les débordent que de la moitié de leur longueur environ.

Le Mylodon avait aussi le lobe de l'hippocampe globuleux, mais relativement très-petit, plus petit que chez aucun autre Édenté. Il ne devait pas avoir plus de 30 millimètres de diamètre, et était en partie reporté au-dessus du rocher arrondi pour le recevoir. Dans la région du champ olfactif, le moule de la cavité crânienne laisse à peine deviner une surface très-légèrement convexe à la place où les Paresseux vivants montrent un renflement très-sensible qui s'accentue encore chez l'Oryctérope et chez les Tatous.

Dionyx.

Le petit volume et la situation des bulbes olfactifs du Dionyx rappellent les Paresseux ; le lobe de l'hippocampe au contraire est considérable, et semble constitué par une partie de l'hémisphère reployée en bas et en dedans, qui se confondrait avec lui. Le champ olfactif forme une légère saillie arrondie, dont les bords sont marqués par une fine bande de substance nerveuse, rappelant un peu l'aspect du tænia semi-circularis chez l'homme (pl. IV, fig. 1 et 3).

(1) Hyène, etc.

Pangolins.

La face inférieure du cerveau des Pangolins est ramassée sur elle-même, ce qui lui donne une forme générale très-différente de celle des Paresseux où elle est plus ovale. Le lobe de l'hippocampe est hémisphérique, en partie couvert d'éminences et de sillons, fortement débordé en arrière et en dehors par la surface circonvolutionnée des hémisphères. Le champ olfactif est nettement limité par un léger sillon, il fait peu de saillie et ne couvre en étendue qu'une moitié environ de la largeur de l'hémisphère à ce niveau (pl. IV, fig. 6 et 9).

Les bulbes olfactifs sont volumineux, à peu près circulaires, mais aplatis d'avant en arrière; ils ont un pédicule étroit, et ne sont pas tout à fait, comme chez les Paresseux, appliqués contre la face inférieure du cerveau; ils ne sont pas non plus projetés en avant; ils occupent une sorte de position mixte, moitié antérieure, moitié inférieure, sur le bord de l'hémisphère.

Oryctérope.

L'Oryctérope, par les caractères de la base de son cerveau, tient à la fois des Pangolins et des Fourmiliers. Il se rapproche de ceux-ci par l'allongement total de l'organe et de ceux-là par un lobe de l'hippocampe à peu près hémisphérique, marqué en avant et sur les côtés, comme chez l'Unau, d'éminences et de dépressions très-accusées.

Le champ olfactif présente, au voisinage de la scissure médiane, une surface très-bombée, demi-globuleuse, logée dans une dépression correspondante très-nette des os du crâne. En dehors, le champ olfactif est limité par une sorte de bourrelet gaufré, formé de quatre à cinq plis verticaux, dont les extrémités arrondies au même niveau dessinent un bord dentelé. L'empreinte de ce bourrelet se retrouve sur les os du crâne.

Fourmiliers.

Les Fourmiliers, à l'inverse des Pangolins, ont l'encéphale con-

sidérablement développé dans le sens longitudinal et les bulbes olfactifs fortement projetés en avant.

Le volume du bulbe rachidien n'offre pas avec celui de la moelle la disproportion qu'on remarque chez d'autres espèces (Paresseux, Pangolins), le pont est fort peu proéminent. Le lobe de l'hippocampe occupe une place considérable, il est ovoïde et mesure, chez le Tamanoir, 29 millimètres de long sur 11 de large (1); il est partagé en deux moitiés à peu près égales par un sillon qui part de la grande fente cérébrale pour se diriger en avant et en dehors. Ce sillon, qui est sans doute l'homologue de l'incisure du *crochet* sur la circonvolution de l'hippocampe de l'homme, ne paraît pas exister chez les autres Édentés. Le bulbe olfactif, complétement détaché de l'hémisphère, est porté à l'extrémité d'un pédicule épais; le sillon qui limite en dessous la circonvolution sus-orbitaire, isole ce pédicule de l'hémisphère avec lequel, extérieurement, il ne se confond pas, tandis qu'il semble être la continuation directe de la région du cerveau représentée par le lobe de l'hippocampe et le champ olfactif. Ce dernier offre près de la scissure médiane une surface circulaire convexe, d'où partent en avant un grand nombre de fibres superficielles de couleur blanche; elles se dirigent en dehors, montent sur les côtés et jusque sur la face supérieure du pédicule, et lui donnent ainsi l'aspect d'une épaisse torsade.

Tatous.

La face inférieure de l'encéphale des Tatous offre d'assez grandes différences, suivant que le cerveau est ramassé sur lui-même (Cachicame) ou que les bulbes olfactifs sont projetés en avant (Encoubert). Dans le premier cas, la forme a quelque analogie avec celle des Pangolins, et avec celle des Fourmiliers dans le second (pl. VI, fig. 1, 3, 5 et 6); le Priodont tient le milieu.

Sur le jeune Cachicame long de $0^m,190$ dont nous avons parlé (2), le lobe de l'hippocampe, exagérant en quelque sorte la

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*; quatrième mémoire.

(2) Voyez ci-dessus, p. 17.

forme hémisphérique qu'il a chez les Pangolins, devient conique, acuminé. Les bulbes olfactifs sont énormes ; vus en dessous, ils sont cordiformes; ils occupent, comme chez les Pangolins, une situation mixte au bord de l'hémisphère et se rapprochent du lobe de l'hippocampe : le champ olfactif, comme resserré entre ces deux éminences, présente en avant et en arrière un double bourrelet, dont chacun abrite un profond sillon : celui qui longe le lobe de l'hippocampe est occupé par l'artère cérébrale moyenne. La surface du champ est sillonnée de quatre à cinq fissures parallèles à l'axe de l'encéphale.

Chez l'Encoubert, les choses se passent différemment, les traits généraux de l'encéphale se rapprochent davantage de ceux des Fourmiliers. Le pont est peu distinct des pyramides et ne s'élève pas au-dessus d'elles, il domine au contraire d'une manière très-évidente les pédoncules. A la place des tubercules mamillaires on trouve une éminence arrondie en arrière, en forme de fer à cheval en avant, pour embrasser la tige de l'infundibulum. Le lobe de l'hippocampe est ovoïde, moins saillant que chez le Cachicame, à peu près parallèle à l'axe du cerveau. Une mince bandelette de substance nerveuse le sépare du champ olfactif, puis celle-là continue son trajet en se plaçant sur le bord extérieur du champ qu'elle sépare à son tour du reste de l'hémisphère. La surface du champ olfactif est demi-globuleuse, de couleur grisâtre; elle donne passage à un grand nombre de vaisseaux; en avant et en dehors elle se prolonge, comme chez le Tamanoir, par des fibres qui montent contourner le pédicule du bulbe olfactif plus isolé et plus distant que chez le Tamanoir de l'extrémité antérieure de l'hémisphère. Le champ olfactif forme également une saillie très-arrondie chez le Priodont.

Glyptodon.

Nous avons déjà dit qu'il était impossible de se faire, d'après le moule de la cavité crânienne du Glyptodon, une idée de la face inférieure du cerveau. On peut voir seulement que le champ olfactif n'offrait aucune saillie comparable à celle que l'on retrouve chez l'Oryctérope, les Tatous, et même chez les Pangolins et

les Paresseux : il continue uniformément la base du cerveau, et constitue, aux bulbes olfactifs, un pédicule plus allongé et plus conique que chez le Tamanoir (1).

(1) Les planches III, IV, V et VI, retardées par une circonstance fortuite, paraîtront avec l'explication à la fin du mémoire.

(La suite au prochain numéro.)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

MOUVEMENTS DE L'INTESTIN[1]

Par MM. les docteurs LEGROS et ONIMUS.

(Suite et fin.)

Après avoir étudié les mouvements spontanés de l'intestin et l'influence de la circulation sur ces mouvements, il nous reste à montrer les effets d'une excitation portée soit sur l'organe, soit sur les nerfs qui s'y distribuent, et à voir si certaines substances introduites dans le sang ou dans le tube intestinal ont une action directe ou indirecte sur les contractions péristaltiques. C'est dans cette partie surtout de la physiologie des intestins que l'on rencontre le plus grand nombre d'opinions contradictoires; aussi nous laisserons de côté toutes discussions, en nous bornant à exposer les faits tels que nous les avons observés, persuadés que notre méthode d'investigation nous a permis d'approcher de la vérité.

ÉLECTRISATION DIRECTE DE L'INTESTIN.

L'ampoule, dont nous nous servons habituellement, étant introduite par une petite plaie dans une anse intestinale après l'ouverture des parois abdominales, on électrise au-dessus et au-dessous de l'ampoule qui communique avec l'appareil enregistreur. Des courants d'induction assez intenses appliqués de cette façon ont pour premier résultat d'abolir les contractions péristaltiques ; en outre, on constate aisément que, dans les points où l'on a placé les

(1) Les recherches mentionnées dans ce travail ont été faites dans les laboratoires d'histologie et de physiologie de la Faculté de médecine.

rhéophores, il y a une vive contraction et un resserrement annulaire; si les rhéophores sont écartés convenablement, de manière à les éloigner également de l'ampoule, il y a un abaissement de tension dans la portion intermédiaire de l'anse. Ainsi dans ce cas il y a un resserrement dans les zones qui sont près des pôles, il y a relâchement au contraire vers le milieu de l'anse. Cependant, si le courant est très-puissant, on voit une contracture de l'anse entière; avec un courant d'induction extrêmement faible, on stimule les contractions péristaltiques.

L'électrisation continue de l'intestin avec huit piles Remak augmente les contractions si le courant est dirigé dans le sens du mouvement ; il les diminue ou les annule, s'il est dirigé en sens inverse, mais alors il augmente la tension. Un courant intense les abolit quelle que soit sa direction.

Dans les points où les pôles sont appliqués, il y a en outre une contracture locale qui est plus prononcée autour du pôle.

Cette contracture persiste pendant toute la durée de l'électrisation.

Dans ces divers modes d'excitation de l'intestin, on agit à la fois sur les muscles et sur les éléments nerveux (fibres et cellules nerveuses), de sorte qu'il est assez difficile de reconnaître ce qui appartient en propre à ces divers tissus. Il semble que les courants interrompus et les courants continus intenses font contracter les muscles et annulent l'action des cellules nerveuses; en tous cas, ils arrêtent les contractions péristaltiques.

Pendant que l'anse électrisée cesse de se mouvoir, il est remarquable de voir les anses voisines se contracter plus activement.

Afin de répéter ces expériences en laissant l'intestin à l'abri du contact de l'air, et pour éviter l'emploi du chloroforme que nous donnions toujours aux chiens pour rendre l'opération aussi peu cruelle que possible, nous avons adapté à la sonde qui supporte l'ampoule deux fils métalliques, terminés par un renflement (fig. 1, voyez première partie), de façon que l'ampoule fût située entre les deux renflements. Il était possible, avec cet instrument ntroduit par une fistule, d'électriser l'intestin sans le mettre à

nu. Il est nécessaire que les deux pôles soient assez écartés de l'ampoule pour éviter l'action directe des parois qui se contractent localement. Dans ces expériences, l'ampoule se trouve à une égale distance des pôles négatif et positif. En prenant ces précautions, on voit les courants continus, quelle que soit leur direction, déterminer un abaissement de tension, ou tout au moins un retour au niveau du repos et abolir les contractions en laissant subsister les oscillations dues à la respiration (fig. 24, l'électrisation commence en *a* et cesse en *b*). Si le courant est faible et que l'on prolonge l'électrisation, les contractions peuvent se montrer de nouveau au bout d'un certain temps et malgré la continuation du courant,



Fig. 24.

mais elles sont toujours plus faibles. Dès qu'on cesse l'action électrique, la tension augmente et les contractions reparaissent. Avec les courants interrompus, les résultats sont semblables, à la condition d'écarter encore plus les pôles de l'ampoule, car, autrement, l'action directe et locale sur les muscles étant alors plus énergique et s'étendant plus loin, le tracé indiquerait une contraction qui est réelle, mais qui n'a lieu que dans les points rapprochés des pôles.

Ce que nous venons d'indiquer se rapporte à l'intestin en activité; lorsqu'il est immobile, les résultats ne sont pas tout à fait les mêmes. Au début de l'électrisation par les courants continus, il y a une élévation de tension assez rapide, mais peu considérable, et qui se maintient pendant tout le temps que le courant passe.

Les contractions exagérées qui surviennent après l'arrêt de la circulation sont modifiées par l'électricité, mais à un moindre degré.

Sur un lapin, dont le ventre est ouvert, on lie la portion de mésentère attenant à une anse intestinale. Il se manifeste une ascension énorme et de grandes oscillations. En faisant passer un courant descendant dans cette anse, on obtient un tracé en ligne droite au niveau du repos.

On ne réussit pas toujours aussi nettement, lorsque l'intestin est volumineux ; sur un chien, par exemple.

Nous avons modifié l'expérience sur un chien en établissant deux fistules sur la même anse intestinale. Ces deux fistules étaient éloignées l'une de l'autre d'environ 3 décimètres. Cette modification nous permettait d'agir sur une plus longue portion d'intestin et donnait des résultats plus satisfaisants. Au bout de quelques jours, l'ampoule était introduite par l'un des orifices, et l'on pouvait électriser l'anse sans chloroforme et sans opération sanglante. Malgré toutes ces précautions, on n'évite pas entièrement la douleur, car l'intestin, dont la sensibilité est obscure et que l'on peut pincer sans provoquer les cris de l'animal, éprouve néanmoins une impression extrêmement douloureuse lors du passage de l'électricité. Les courants continus surtout donnent aux animaux des angoisses presque aussi pénibles que le pincement des racines postérieures de la moelle. Une fois l'ampoule introduite par une des fistules dans le sens du trajet des matières et à une profondeur de 1 décimètre environ, de façon à ne pas atteindre le milieu de l'anse en expérience, les courants d'induc-



Fig. 25.

tion appliqués de l'une à l'autre fistule amenaient une diminution de tension lorsque l'ampoule était profondément enfoncée, et une augmentation énorme lorsqu'elle était près d'un des orifices. Nous avions donc des résultats parfaitement comparables à ceux que nous avions observés sur l'intestin mis à nu.

L'emploi des courants continus nous a conduits à quelques faits intéressants. Il y avait élévation de la tension lorsque le pôle négatif se trouvait du côté de l'ampoule et abaissement quand c'était le pôle positif (fig. 25 *a*). Dans la figure 25, le pôle positif est du côté du sachet, on électrise en *a*. De sorte qu'on pourrait croire tout d'abord que du côté du pôle positif, il y avait un affaiblissement de la contraction, et, au contraire, une augmentation du côté du pôle négatif; mais il faut remarquer que l'ampoule était introduite dans le sens des mouvements péristaltiques par la fistule supérieure, et l'on pouvait tout aussi bien conclure que le courant qui se dirigeait dans le sens des contractions normales abaissait la tension et que le courant contraire l'augmentait. Nous verrons bientôt que telle est, en effet, dans ce cas, la cause des changements de pression.

Toutes ces recherches sur l'action directe de l'électricité s'appliquent aussi bien au gros intestin qu'à l'intestin grêle, et il est inutile d'indiquer séparément des résultats qui sont identiques. Nous citerons seulement une expérience assez remarquable sur le gros intestin.

Après un lavement salé, un chien présentait de magnifiques contractions du gros intestin; le courant descendant et le courant ascendant les faisaient également disparaître.

INFLUENCE DU COURANT ÉLECTRIQUE DIRIGÉ DE LA TÊTE A LA FISTULE INTESTINALE ET DE LA FISTULE AU RECTUM.

Avant de passer à l'excitation artificielle et isolée des nerfs qui se rendent à l'intestin, nous donnerons les résultats obtenus en plaçant un des pôles dans la fistule intestinale, et l'autre tantôt au rectum, tantôt dans la gueule de l'animal; cette façon de procéder est un peu grossière; et l'on ne saurait y démêler ce qui revient à tel ou tel nerf ou aux ganglions ou même au système nerveux central. Mais il nous a semblé utile d'insister sur ces expériences qui pourraient conduire à des résultats pratiques, car il est toujours possible d'appliquer les courants électriques aux intestins de l'homme à travers les parois abdominales.

Les courants interrompus employés ainsi ne donnent pas des résultats concluants, à cause des contractions des parois abdominales qui amènent à chaque instant des changements de pression énormes. Nous verrons ce que l'électrisation isolée du nerf vague et du splanchnique nous apprendra à cet égard.

Les courants continus n'ont pas cet inconvénient et méritent d'être étudiés.

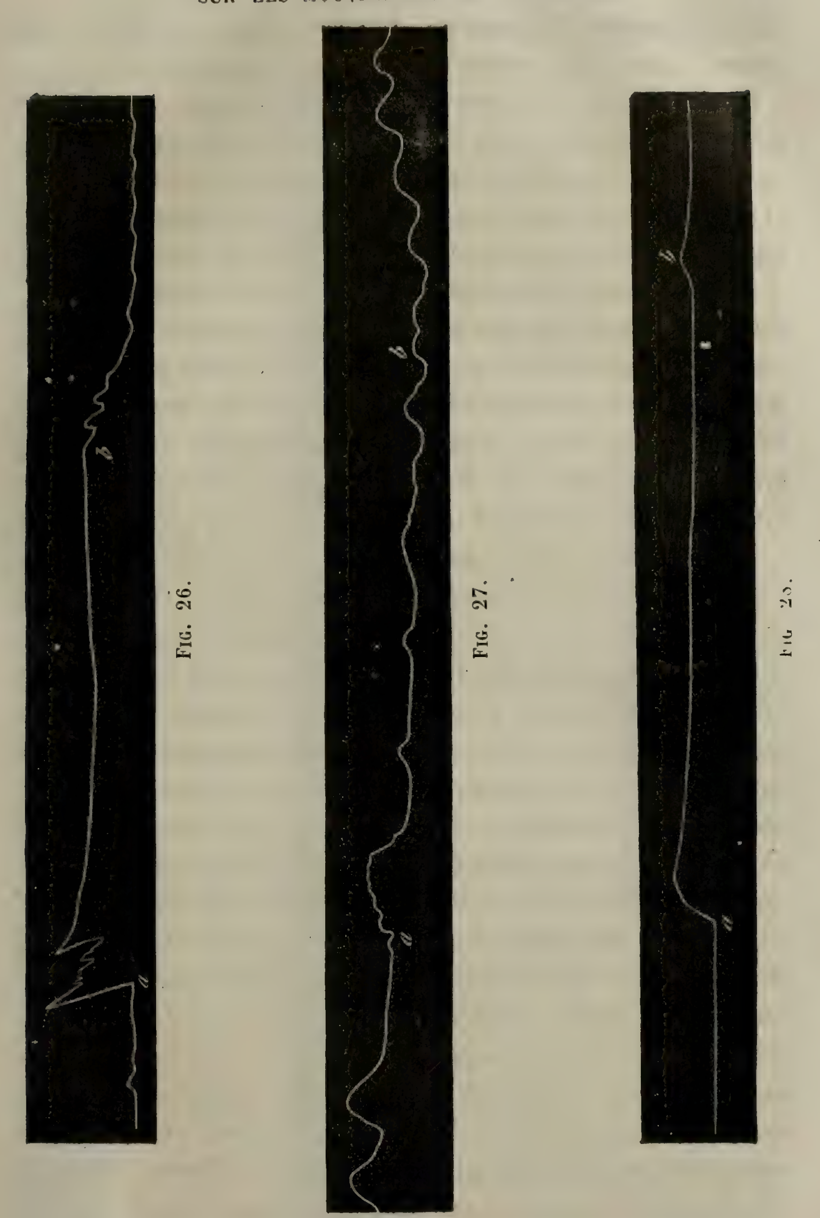
ÉLECTRISATION CONTINUE DE LA GUEULE A LA FISTULE.

Si l'on place le pôle positif dans la fistule intestinale et le pôle négatif dans la gueule, l'ampoule se trouvant à 1 décimètre de l'orifice de la fistule, les contractions cessent et la tension augmente pendant tout le temps de l'influx électrique. Dès qu'on arrête le courant, il y a abaissement de la tension et les contractions reparaissent peu à peu (fig. 26, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

Lorsqu'on opère sur un intestin au repos, on observe les mêmes particularités pour la tension. Quant aux contractions péristaltiques, elles manquent après comme avant l'électrisation.

En changeant la direction du courant, le pôle positif étant dans la gueule et le pôle négatif dans la fistule, on produit un effet tout contraire ; on a bien au moment de la fermeture du circuit une ascension brusque qu'il faut attribuer à la contraction des parois abdominales, mais presque immédiatement la tension baisse et arrive souvent au-dessous du niveau normal, puis on a une ligne droite ou accidentée par la respiration. Au moment où l'on cesse d'électriser, il y a ascension. Le niveau s'élève et les contractions reparaissent (fig. 27, on électrise en *a*, on cesse en *b*).

Lorsque l'expérience se fait sur un intestin immobile, il y a une augmentation de tension qui persiste ; puis, en cessant le courant, il y a de nouveau une ascension, mais elle est faible ; le niveau se maintient quelque temps, puis il baisse. Il ne survient point de contractions péristaltiques (fig. 28, on électrise en *a*, on cesse en *b*).



COURANTS CONTINUS DE LA FISTULE AU RECTUM.

Nous ne répéterons plus ce que nous avons déjà dit de la part que l'on doit attribuer dans ce genre d'observation aux contrac-

tions des parois abdominales. Ces contractions ne deviennent gênantes pour l'observateur que chez quelques animaux indociles.

Sur la plupart des chiens, surtout les chiens de berger et les terriers, qui résistent à la douleur et ne poussent pas de cris, la contraction des parois abdominales n'intervient qu'au début et à la fin de l'électrisation ; souvent même, si le courant est assez faible, on obtient simplement le mouvement de l'intestin.

Le pôle positif étant placé dans le rectum et le négatif dans la fistule intestinale, on observe une diminution et parfois un arrêt complet des mouvements péristaltiques ; en même temps la tension augmente, quelquefois cependant elle est fort peu augmentée, en tout cas elle ne fait jamais descendre l'aiguille au-dessous du niveau normal (fig. 29). Nous avons choisi précisément un des graphiques qui montrent l'arrêt des mouvements péristaltiques et le retour vers le niveau normal (on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Lorsqu'on cesse l'électrisation *b*, il y a une augmentation de la tension ; les contractions spontanées ne tardent pas alors à reparaître, et elles deviennent bientôt plus fortes qu'avant l'électrisation. Avec le pôle positif dans la fistule et le négatif dans le rectum, il y a diminution et quelquefois arrêt des contractions spontanées et abaissement de la tension. Souvent le tracé descendait au-dessous du niveau normal et formait une ligne droite quand la respiration était peu active, ou une ligne accidentée s'il y avait de violents efforts respiratoires. Presque toujours, à l'ouverture et à la fermeture du circuit, il y a une élévation momentanée due à la contraction des parois abdominales (fig. 30 ; l'ampoule est dans le duodénum, on place en *a* le pôle positif dans une fistule stomacale et le pôle négatif dans le rectum, on cesse en *b*). Dans le cas assez fréquent où l'on rencontre un intestin immobile, l'électrisation de la fistule au rectum, quel que soit le sens du courant, produit un phénomène tout différent, la tension devient plus forte mais les contractions n'apparaissent point, le tracé donne toujours une ligne droite, seulement le niveau est plus élevé (fig. 31). Dans le tracé 1, le pôle négatif est dans la fistule ; dans le tracé 2, c'est le pôle positif ; on électrise en *a a'*. Rappelons ici que nous employons toujours la même intensité

électrique (12 piles Remak). On remarquera que l'élévation n'est

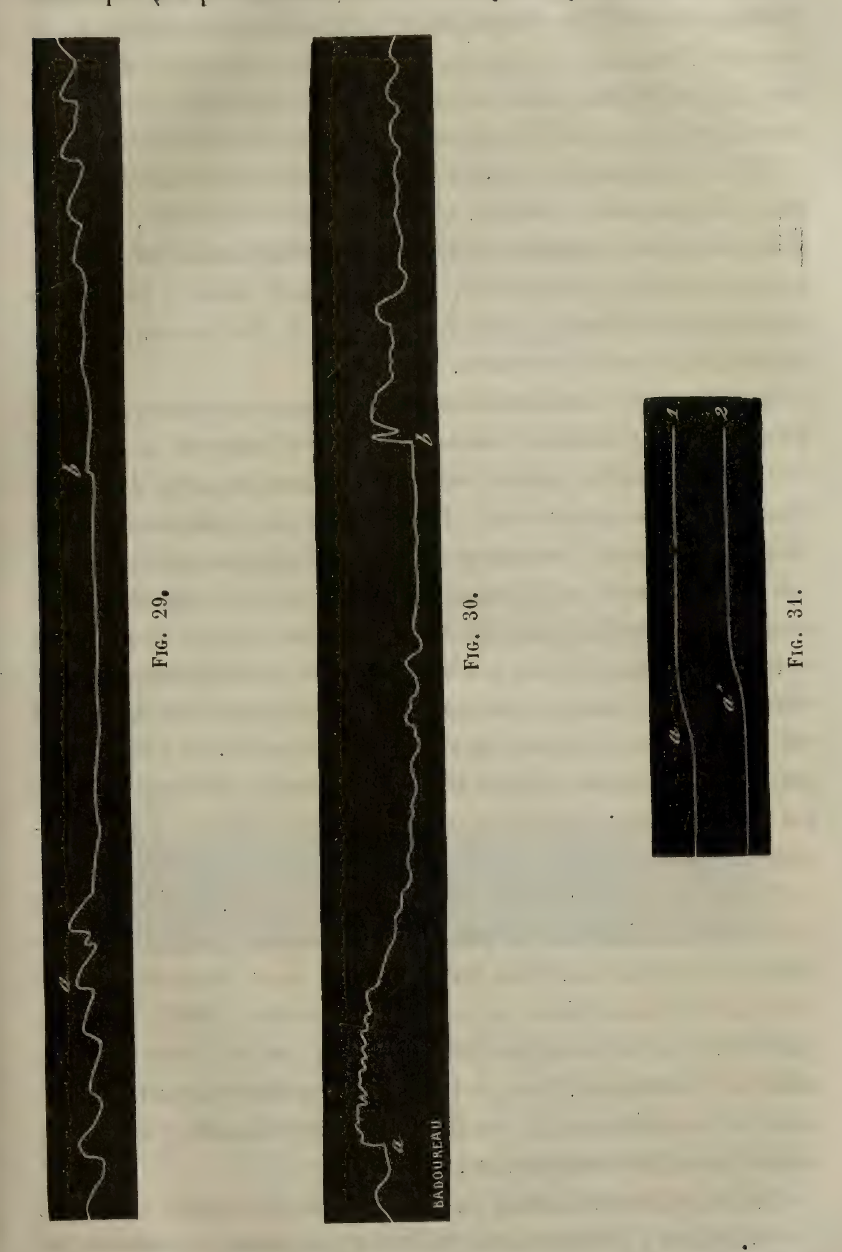


Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

pas brusque, elle se fait lentement, puis, arrivée à son apogée, elle se maintient tant que passe le courant.

On voit que, pour toutes ces excitations portées sur l'intestin, l'effet produit diffère énormément suivant l'état d'activité ou de repos de l'intestin ; c'est après de nombreux essais que l'on peut s'expliquer les résultats contradictoires en apparence et éliminer tout ce qui complique l'expérience (respiration, efforts, etc.).

Si l'on compare les tracés obtenus par l'électrisation de la fistule à la gueule de l'animal, et de la fistule au rectum, on voit d'abord que les contractions péristaltiques diminuent ou cessent; en outre, dans le premier cas, le pôle positif dans la fistule fait augmenter la tension, et le pôle négatif la fait baisser ; dans le second cas, c'est le contraire.

Il n'y a donc pas, comme nous l'avions cru d'abord, un des pôles qui a le pouvoir de faire contracter et l'autre de laisser l'intestin se distendre. Quelle est donc la cause de cette différence d'action? Nous pensons qu'il faut la chercher dans les rapports du sens du courant électrique avec le sens des contractions péristaltiques. On sait que le courant se dirige du pôle positif au pôle négatif; chaque fois que l'électricité marche suivant la direction naturelle du mouvement péristaltique, on a un abaissement de tension, et par conséquent une dilatation de l'intestin ; si le courant est dans le sens contraire, il y a augmentation de la tension. On peut rapprocher ces faits de ce que nous avons vu dans l'électrisation d'une anse intestinale munie de deux fistules, il y a concordance parfaite.

Peut-être n'est-ce pas là un caractère spécial à l'électrisation de l'intestin, mais une loi pour tous les canaux doués de mouvements péristaltiques. Quoi qu'il en soit, dans un mémoire que nous avons publié dans ce journal (septembre 1868), on voit, page 479, que la direction des courants a, sur les artérioles, une influence semblable : lorsque l'électricité marche suivant la direction du cours du sang, il y a dilatation des vaisseaux ; le courant opposé produit la contracture.

On doit éviter de donner du chloroforme aux animaux pendant l'électrisation ; le chloroforme n'arrête pas aussi rapidement les mouvements des muscles de la vie organique que ceux des muscles striés, mais son influence est incontestable, et il ralentit ou

arrête les contractions des muscles lisses de l'intestin et de l'estomac ; il est sous-entendu que l'anesthésie, poussée jusqu'à l'arrêt des battements du cœur, provoque au contraire des mouvements exagérés.

En est-il de même pour tous les organes constitués par des fibres lisses, pour l'utérus par exemple ? On sait que l'anesthésie est à la mode dans les accouchements. Sans insister sur ce sujet, qui nous occupera dans un autre travail, nous pouvons dire que l'anesthésie complète et prolongée diminue les contractions utérines.

ÉLECTRISATION DE LA MOELLE.

Le plus souvent, au lieu d'électriser directement la moelle, nous plaçons un des pôles dans la gueule de l'animal et l'autre dans le rectum. L'action des courants interrompus, appliqués ainsi, ressemble beaucoup à ce que l'on observe en électrisant seulement le pneumogastrique, aussi nous en parlerons plus tard en étudiant les effets de l'électricité sur ce nerf. Quant aux courants continus, voici ce que nous avons remarqué : la direction du courant importe peu, dès que l'on ferme le circuit, les contractions péristaltiques sont activées si elles existaient au moment de l'expérience, elles apparaissent même quand l'intestin est d'abord immobile (fig. 32). Ce graphique représente les contractions de

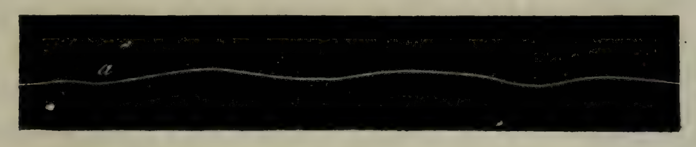


Fig. 32.

l'intestin grêle du lapin sous l'influence de l'électrisation continue de la moelle ; avant l'électrisation, il y avait à peine quelques ondulations (on électrise au point *a*). Au bout de fort peu de temps, les contractions cessent pour recommencer légèrement lorsqu'on cesse l'électrisation. Il semble que c'est l'excitation momentanée produite par l'entrée et la sortie du courant qui amène quelques mouvements, la prolongation de l'expérience les

fait cesser. Le gros intestin est influencé de la même manière. Ajoutons que ces expériences ne donnent pas toujours des résultats constants, il est des cas où l'on n'obtient rien et d'autres où le phénomène est bien marqué ; ces différences doivent tenir à plusieurs causes et surtout à la vacuité de l'intestin ou à une contracture accidentelle due à l'opération elle-même lorsqu'on ouvre le ventre.

Les courants continus, appliqués sur l'estomac ou dirigés de la tête à l'estomac ou encore de l'estomac au rectum, nous ont donné peu de résultats positifs en ce qui touche les contractions stomacales. Quelquefois ils arrêtent les mouvements, mais ils ne nous ont jamais montré une accélération de ces mouvements. Ce qu'il est bon de noter, quoique le fait s'éloigne un peu de notre sujet, c'est la sécrétion abondante qui se produit dans l'estomac dès que les courants agissent ; nous n'avons pas fait de digestions artificielles avec le liquide sécrété qui est manifestement acide et nous ne pouvons affirmer son analogie complète avec du suc gastrique normal, cette hypothèse est pourtant fort problable.

ÉLECTRISATION DES NERFS SPLANCHNIQUES.

On ne peut songer à électriser ces nerfs dans le thorax, la mort de l'animal survient trop rapidement et les fonctions du cœur cessent de suite de s'accomplir régulièrement, de sorte que l'on pourrait attribuer à l'excitation nerveuse ce qui revient à la gêne circulatoire, dont le premier effet, comme on le sait, est d'exagérer les contractions intestinales. Il faut donc de toute nécessité électriser le splanchnique entre les ganglions et le diaphragme et c'est une manœuvre qui présente quelques difficultés, elle ne peut se faire qu'après un traumatisme violent et en refoulant les intestins qui gênent pour la recherche du nerf. On est donc dans de mauvaises conditions pour observer ce qui se passe, nous sommes arrivés cependant à des résultats assez nets et nous croyons ne pas nous éloigner de la vérité. Dans nos expériences, les rhéophores étaient placés l'un au-dessus des ganglions, l'autre plus haut vers le diaphragme. Nos recherches n'ont été faites qu'à gauche ; à droite, l'expérience est encore plus laborieuse.

Les courants interrompus sur le splanchnique amènent toujours une élévation lente de l'aiguille indicatrice sans oscillations. Cette modification se traduit par le tracé suivant (fig. 33, on électrise



Fig. 33.

en *a*). Il y a donc une contraction lente des parois abdominales sans mouvement péristaltique.

Jamais de cette façon nous n'avons obtenu un abaissement de tension, il y a une contraction uniforme et progressive des parois.

Les courants continus agissent d'une autre façon ; dans quelques cas (c'est surtout lorsque l'animal est épuisé ou s'il est à jeun), ils amènent au moment de la fermeture du circuit une élévation de tension peu prononcée, qui n'augmente pas progressivement comme avec les courants interrompus et qui reste stationnaire. Le plus souvent on provoque, surtout avec le courant descendant, de belles contractions péristaltiques, même sur un intestin complétement immobile (fig. 34, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Ces contractions s'arrêtent si l'on met fin à l'excitation électrique, il faut remarquer qu'elles ne débutent pas dès la fermeture du circuit, mais peu de temps après ; en même temps, le niveau est plus élevé, de sorte qu'il y a également augmentation de tension. Dès que l'on cesse d'électriser, la tension baisse peu à peu et les intestins reprennent leur immobilité. Les phénomènes du même ordre sont encore plus marqués si, au lieu de mettre l'un

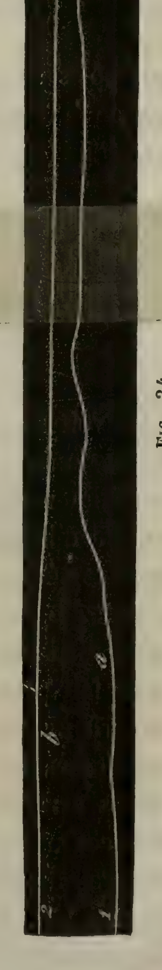


Fig. 34.

des pôles près du premier ganglion, on le place sur le ganglion lui-même.

ÉLECTRISATION DES PLEXUS NERVEUX ET DES NERFS MÉSENTÉRIQUES.

Commençons d'abord par les courants interrompus ; leur action est à peu près la même que l'on mette un des pôles sur le plexus et l'autre sur le mésentère (fig. 35, on électrise au point *a*) ou les

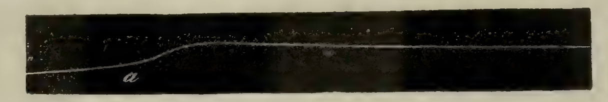


Fig. 35.

deux pôles sur le mésentère. Dans ce cas pourtant on agit plus près de l'intestin et dans une portion limitée et l'effet est plus énergique (fig. 36, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

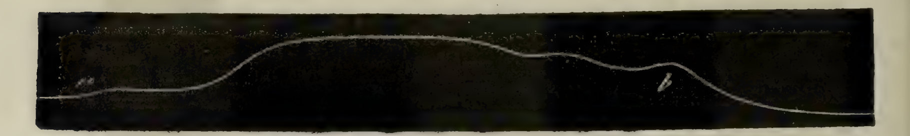


Fig. 36.

On voit que dans les deux tracés on obtient une augmentation de tension qui se maintient tant que passe le courant et cesse immédiatement après. Il nous a semblé quelquefois, lorsque le courant d'induction était très-faible, qu'il y avait de légers mouvements péristaltiques, mais en tout cas c'est exceptionnel, et il se peut même que le fait soit dû au passage inégal de l'électricité. Ces mouvements péristaltiques sont au contraire manifestes lorsqu'on fait passer des ganglions aux nerfs mésentériques ou sur les nerfs mésentériques seuls un courant continu, surtout un courant descendant. Le courant ascendant produit un effet analogue sur les nerfs mésentériques, mais moins marqué, c'est peut-être dans ce cas par une sorte d'action réflexe sur les ganglions. On peut voir un exemple du courant descendant sur les nerfs du mésentère (fig. 37, on électrise en *a*, on cesse en *b*). Les oscilla-

tions péristaltiques apparaissent peu de temps après la fermeture du circuit, continuent encore quelque temps après l'arrêt de l'excitation électrique, puis disparaissent de nouveau à moins que les

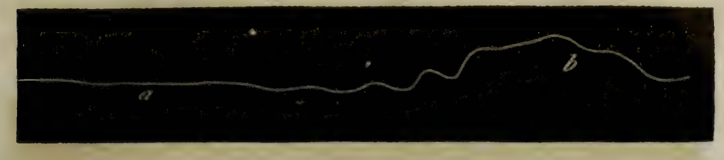


Fig. 37.

mouvements de l'intestin n'existent avant l'électrisation ; dans ce cas, les courants interrompus les abolissent en augmentant la tension et les continus les exagèrent.

Il ne faut pas s'attendre à voir survenir des contractions dans tous les cas, lorsque l'intestin est vide on ne les obtient pas ; il est évident que la présence d'un contenu est indispensable à la manifestation de la contraction péristaltique, de même que la présence du sang est nécessaire pour la mise en activité des muscles vasculaires. La plupart des différences dans les résultats obtenus tiennent à l'état de réplétion ou de vacuité de l'intestin.

Dans les cas où il est impossible de réveiller l'action péristaltique, les courants continus amènent une contraction spasmo-

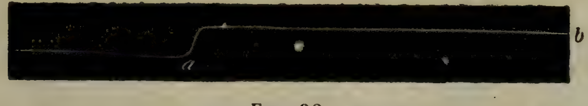


Fig. 38.

dique qui agit sur l'ampoule et détermine dans celle-ci une augmentation de tension qui persiste pendant le passage de l'électricité et cesse progressivement ensuite (fig. 38, on électrise au point *a*, on cesse en *b*).

Alors même que l'intestin après la mort cesse d'être excitable par tous les moyens même directs, il se contracte encore lorsqu'on électrise les nerfs mésentériques, la figure 38 en est un exemple; ce tracé a été pris avec l'intestin grêle d'un chien mort depuis quelque temps, l'électrisation du splanchnique et du pneumogas-

trique ne donnait rien, l'électrisation de l'intestin lui-même ne donnait presque rien, les courants interrompus sur les nerfs mésentériques ne produisaient pas plus d'effet, mais les courants descendants sur ces nerfs déterminaient encore une contraction assez forte. On remarquera qu'ici, comme dans le cas de vacuité



Fig. 39.

de l'intestin, la tension augmente sans mouvement péristaltique. Nous avons réussi, en plaçant l'un des pôles du courant continu sur les plexus nerveux et l'autre dans le rectum, à faire apparaître les contractions péristaltiques de l'intestin (fig. 39, on électrise en *a*).

ÉLECTRISATION DU PNEUMOGASTRIQUE.

Tous les expérimentateurs ont déclaré que l'électrisation du pneumogastrique n'amenait aucune modification dans les mouvements de l'intestin, et en effet, si l'on se contente d'observer le tube intestinal pendant l'électrisation, on ne remarque pas de changement notable, mais à l'aide de notre méthode d'investigation nous avons trouvé un phénomène très-net et digne d'intérêt. On savait que la faradisation du pneumogastrique déterminait un arrêt du cœur en diastole et un arrêt de la respiration en inspiration, nous montrerons qu'elle arrête également la contraction intestinale dans un état analogue à la diastole du cœur et à l'inspiration thoracique, c'est-à-dire que l'intestin est dilaté et qu'il se produit un abaissement de tension considérable.

Nos premières expériences ont été faites en électrisant le pneumogastrique au cou, sur des chiens porteurs de fistules intestinales, et par conséquent sans ouvrir le ventre (fig. 40). De cette façon, les efforts respiratoires et les cris compliquent les résultats, et sur le graphique on voit des oscillations très-rapides et très-accentuées dès que l'on établit le courant en *a*. Malgré tout, la tension diminue promptement et le niveau du tracé s'abaisse.

Lorsqu'on arrête le courant en *b*, il y a de nouveau quelques oscillations dues aux efforts, puis la tension augmente et devient telle qu'elle était au point de départ.

Si l'on répète cette expérience sur un lapin, il y a moins de cris et d'agitation (fig. 41), le résultat est le même sur le chien.



Fig. 40.

Fig. 41.

Nous n'avons pas isolé le pneumogastrique du nerf sympathique, ce qui, du reste, n'est pas facile à exécuter, et nous agissions sur les deux troncs nerveux réunis, mais, sur le lapin, l'électricité n'était appliquée que sur le pneumogastrique. Il était important de constater que les effets produits étaient réellement dus au nerf vague et non au sympathique.

Restait une objection à détruire, nous avons vu dans la première partie que la respiration influençait puissamment la tension intestinale, nos résultats étaient-ils simplement dus à la respiration? C'était peu probable, attendu que l'irritation du pneumogastrique provoque une inspiration forcée et permanente ; cependant nous avons remarqué que chez les animaux qui respirent surtout par le thorax, comme chez les chiens, l'abaissement de tension intestinale coïncidait avec l'inspiration. Nous avons alors répété l'expérience sur des animaux dont le ventre était ouvert et les intestins soustraits à l'influence de la respiration, le phénomène a été encore plus évident (fig. 42) ; ce graphique a été pris avec l'intestin grêle d'un chien. On voit qu'ici la descente ne se fait



Fig. 42.

pas progressivement, comme lorsque la respiration vient contrarier les résultats, elle est brusque, et dès qu'on électrise (au point *a*), la tension baisse subitement et conserve le niveau acquis. Quelquefois après la descente brusque l'aiguille remonte légèrement tout en conservant un niveau inférieur au niveau primitif. Souvent, lorsqu'on cesse, il y a avant la montée une nouvelle petite descente fort rapide.

L'expérience répétée un grand nombre de fois a réussi presque constamment ; il est des cas rares cependant où l'on n'obtient pas l'abaissement de la tension. On conçoit en effet que si l'on a affaire à un intestin paralysé par l'ouverture du ventre ou en état de repos absolu, le calibre étant aussi considérable que le permet l'élasticité, ne pourra être augmenté d'aucune façon, c'est ce qui arrive quelquefois; il est à noter également que si l'on répète à plusieurs reprises l'expérience pendant la même séance on n'obtient plus le même résultat à la fin, peut-être à cause de la dilatation permanente de l'intestin qui ne peut dépasser certaines limites, peut-être aussi à cause de l'épuisement du nerf. L'électrisation du nerf au-dessous du diaphragme produit le même effet qu'au cou.

Si l'on prolonge l'action de l'électricité sur le pneumogastrique, on voit, après l'abaissement de tension ordinaire, survenir des ondulations très-marquées et la tension augmenter. On croirait tout d'abord (et c'était notre première impression) qu'une activité plus grande de l'intestin succède à la dépression, il n'en est rien, ce qui se produit alors est causé par l'arrêt du cœur sous l'influence de la galvanisation ; si l'on a soin de lier l'aorte abdominale avant de procéder à l'expérience, et si l'on attend que les contractions provoquées par l'anémie se soient déclarées, la galvanisation du pneumogastrique produit un abaissement de tension moins marqué il est vrai, mais si l'on prolonge l'électrisation, il n'y a pas augmentation des contractions.

On réussit assez bien à montrer le phénomène que nous étudions ici sans mettre le nerf vague à découvert. La figure 43 a été obtenue en introduisant l'ampoule dans la fistule intestinale d'un chien et en faradisant le cou dans la région du nerf sur la peau préalablement rasée. L'abaissement de tension est évident dès qu'on électrise en *a* et à l'interruption du courant en *b* la ligne du tracé remonte et reprend le niveau primitif.

Il nous avait semblé d'abord qu'il y avait une différence d'action, suivant qu'on électrisait le vague gauche ou droit. A droite, l'effet dépressif nous paraissait plus marqué, et nous acceptions ce résultat, d'autant plus volontiers qu'il concordait avec la distribution différente du nerf à gauche et à droite, le pneumogastrique droit se jetant dans le ganglion semi-lunaire. Nous nous sommes convaincus ensuite que nous étions dans l'erreur et que les deux pneumogastriques agissaient de la même façon.

Restait à savoir si la galvanisation du pneumogastrique influençait directement l'intestin ou si nous avions affaire à une action réflexe. Pour nous en assurer, nous avons coupé ce nerf au cou, et nous avons successivement agi sur le bout supérieur et sur le bout inférieur. L'électrisation du bout inférieur n'amenait aucun changement du côté de l'intestin grêle et du gros intestin, mais l'électrisation du bout supérieur provoquait immédiatement l'arrêt des contractions et l'abaissement de tension, comme lorsqu'on faradise le nerf vague sans le sectionner. C'est donc bien une

action réflexe qui produit le phénomène. Comment et par quelle voie s'opère cette action réflexe? Il est permis de supposer que le pneumogastrique jouant vis-à-vis de l'intestin le rôle de nerf sen-

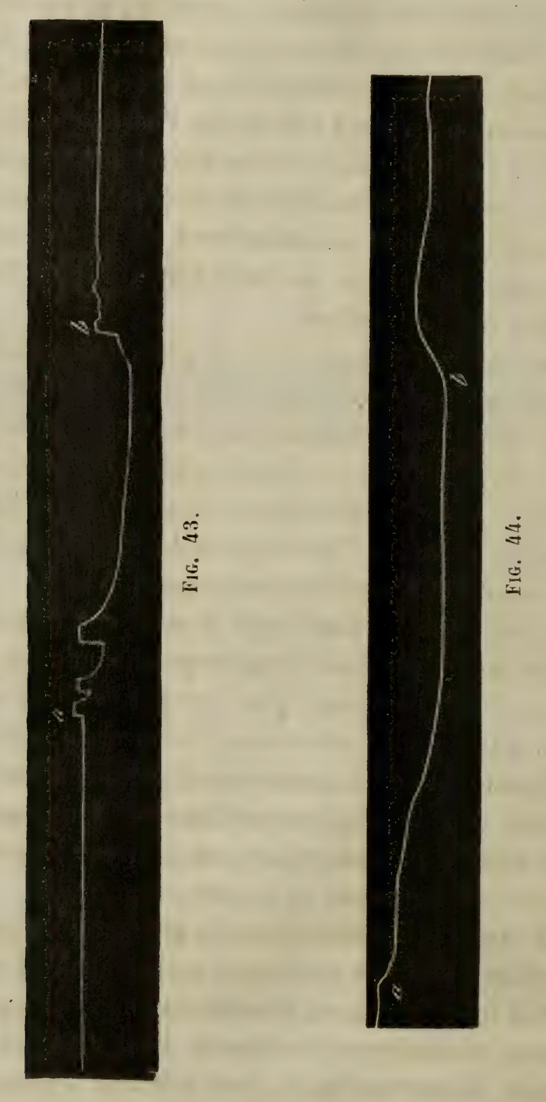


FIG. 43.

FIG. 44.

sitif, transmet la sensation au bulbe et aux cellules nerveuses de la moelle qui donnent naissance au grand sympathique; mais cette interprétation n'explique pas la dilatation de l'intestin. On est accoutumé à voir une action réflexe un peu vive mettre les muscles

en activité, et ici elle les met au repos. L'hypothèse d'une dilatation active ne saurait satisfaire l'esprit et une interprétation rigoureuse de ce fait est fort difficile à donner. Il est probable que les ganglions du grand sympathique ne sont pas étrangers au phénomène, non pas seulement les gros ganglions du plexus cœliaque, mais les ganglions unicellulaires de l'intestin ; il ne répugne pas d'admettre qu'une vive excitation transmise par la moelle à ces éléments nerveux leur communique un ébranlement, une sorte de saisissement qui suspend leurs fonctions ordinaires ; la même interprétation pourrait s'appliquer aux arrêts fonctionnels provoqués par une vive excitation, tels que l'on en observe sur d'autres organes, le cœur, par exemple.

Les courants interrompus, appliqués aux pneumogastriques, donnent pour le gros intestin les mêmes résultats que pour l'intestin grêle (fig. 44, on électrise au point *a*, on cesse en *b*), et comme ici la tunique musculeuse est plus développée, la descente, au moment du passage du courant et l'ascension, lorsqu'on cesse, sont très-marquées. Ainsi, ce dernier tracé est pris sur le gros intestin d'un lapin, dont le ventre a été d'abord ouvert, et le phénomène est aussi net que lorsqu'on expérimente sur l'intestin grêle d'un chien.

INFLUENCE DE LA FARADISATION DU PNEUMOGASTRIQUE SUR L'ESTOMAC.

Les courants d'induction produisent ici un résultat contraire à celui que nous avons indiqué pour l'intestin grêle, la faradisation du nerf vague fait contracter l'estomac (fig. 45, on électrise au

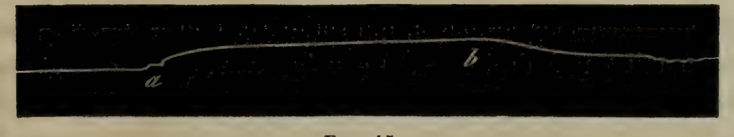


FIG. 45.

point *a*, on cesse au point *b*). Ce graphique a été pris en plaçant une ampoule dans l'estomac d'un lapin, dont le ventre était ouvert. Le fait avait du reste été constaté par la plupart des physiologistes, et M. Longet l'attribue aux filets du sympathique conte-

nus dans le vague. Il est singulier de voir cette différence d'action du pneumogastrique sur l'intestin et sur l'estomac, et on ne peut l'expliquer que par la distribution différente du nerf qui se rend directement dans l'estomac sans l'intermédiaire des ganglions du plexus cœliaque.

De plus, ici, ce n'est pas une action réflexe qui fait contracter ce viscère, c'est une action directe; après la section du pneumogastrique droit ou gauche (l'action est la même), la faradisation du bout supérieur ne donne rien, tandis que celle du bout inférieur amène une contraction. L'estomac et l'intestin sont donc influencés bien différemment par l'excitation du nerf vague.

COURANTS CONTINUS SUR LE PNEUMOGASTRIQUE.

Les courants continus sont loin d'agir aussi activement que les interrompus. Le courant descendant semble ne rien changer aux mouvements des parois intestinales, le courant ascendant provoque quelquefois un abaissement de tension comme les interrompus, mais cet abaissement est peu marqué (fig. 46, on élec-

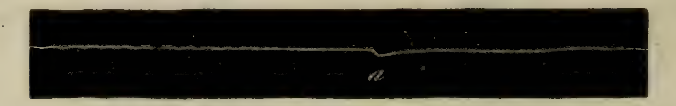


Fig. 46.

trise en *a*), et si l'intensité électrique est faible, on ne l'observe pas.

Si les courants continus appliqués au pneumogastrique ont bien peu d'influence sur l'intestin, ils en ont une fort évidente sur les contractions de l'estomac, qui sont suspendues dès que l'électricité agit soit à droite soit à gauche en employant le courant descendant. Nous avons vu plusieurs fois, chez des chiens et des lapins, l'estomac cesser ainsi complétement ses mouvements. On remarquera l'effet opposé produit par les courants continus et les courants d'induction; ces derniers, faisant contracter fortement l'estomac et excitant même des vomissements; les autres, amenant une détente. Si l'on emploie l'électrisation continue sur le bout inférieur du nerf sectionné, on voit que le courant ascen-

dant ne produit rien, et que le courant descendant amène une cessation immédiate des contractions ; si l'estomac était immobile, il y a une légère contraction, puis immobilité.

Pour le bout supérieur, le phénomène est assez variable ; généralement le courant descendant ne produit rien et l'ascendant provoque une contraction.

Sur un chien, dont l'estomac était à découvert, nous pouvions à volonté exciter les vomissements ou les arrêter, suivant l'emploi des appareils d'induction ou des piles Remak, et il est possible que les courants continus employés méthodiquement dans les cas de vomissements incoërcibles dus à la grossesse ou à une affection nerveuse arrêtent ces accidents qui sont rebelles à la thérapeutique. Si cet heureux résultat est obtenu, comme nous en sommes persuadés, il ira grossir encore le nombre des données positives en thérapeutique dues uniquement à l'expérimentation sur les animaux.

EXCITATION DE L'INTESTIN PAR PINCEMENT, ETC.

Il semble tout naturel d'admettre qu'une excitation directe de l'intestin produit une contraction et une augmentation de tension, et c'est bien ce qui se montre à un certain moment ; mais si l'on examine plus scrupuleusement, on voit que la contraction est le phénomène terminal ; il y a un phénomène initial qui peut passer inaperçu et qui n'a pas encore été remarqué, probablement à cause de son instantanéité. Quand on excite rapidement soit la surface muqueuse, soit la surface séreuse, la tension baisse brusquement pour se relever ensuite et devenir plus forte qu'avant l'expérience. Nous avons souvent répété cette observation, tantôt sur l'intestin grêle, tantôt sur le gros intestin et l'estomac.

Dans la figure 47, on peut voir au point A l'effet de l'excitation de la surface séreuse de l'estomac ; avec une pince très-fine on a saisi une portion des parois au niveau du sachet, on a serré rapidement, puis on a cessé de suite, un abaissement immédiat survient, et ensuite la tension augmente et se maintient élevée.

Dans la figure 48, on a agi sur la muqueuse de l'estomac d'un chien en profitant d'une fistule gastrique. On a introduit l'am-

poule dont nous nous servons habituellement, et pendant qu'on enregistrait le tracé, on a brusquement changé sa place en froissant la muqueuse ; il y a également, au moment même dans le point A, une rapide descente suivie d'une ascension. On pourrait

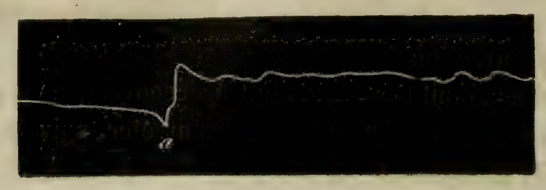


Fig. 47.

objecter ici que l'ampoule se trouvait d'abord comprimée, et qu'en changeant sa place on a pu la mettre dans une portion de la cavité stomacale où la pression était moindre, mais on arrive au

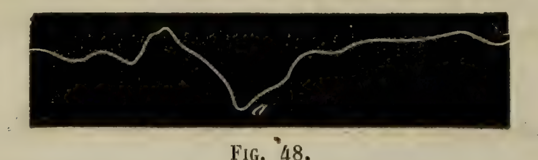


Fig. 48.

même résultat sans changer de place en lui faisant exécuter un mouvement de rotation. Au reste, pour l'intestin grêle, l'ampoule remplit la cavité; on peut même la disposer de façon qu'elle distende légèrement les parois, et malgré cela un abaissement de tension instantané se produit dès qu'on la tire brusquement; lorsqu'on la pousse, on réussit également quelquefois, mais le plus souvent il se fait un tassement qui s'oppose à la manifestation du relâchement des parois et l'on a de suite l'augmentation de pression.

Dans un cas où l'animal (c'était un chat) était profondément endormi par le chloroforme, l'abaissement de la tension à la suite du pincement se prolongeait plus que de coutume.

Les excitations mécaniques ne sont pas seules aptes à produire cette singulière action; l'injection brusque d'un liquide irritant amène un résultat analogue. La figure 49 montre les effets d'une injection d'alcool dans une fistule intestinale (l'injection a lieu en *a*). L'eau et même l'eau à 0° fait au premier moment baisser

la tension si elle est injectée rapidement, puis, comme dans les cas précédents, survient une contraction énergique.



FIG. 49.

INFLUENCE DE QUELQUES SUBSTANCES.

Pour terminer, nous indiquerons brièvement l'action de certaines substances toxiques ou médicamenteuses sur les mouvements de l'intestin.

Nous avons dit l'effet produit ordinairement par la brusque impression de l'eau froide, voyons maintenant les effets consécutifs (fig. 50).

On injecte au point A 150 grammes d'eau froide, ici, l'abaissement initial est peu marqué, parce que l'injection est faite lentement, il y a d'abord un peu de désordre dans les contractions, qui bientôt sont plus espacées, et finissent par cesser, il y a contracture. Au commencement du second tracé, on voit les contractions cesser tout à fait et reparaître peu à peu à la fin de la ligne. Les tracés 3, 4 et 5, montrent la réapparition graduelle des contractions, qui deviennent plus fortes qu'avant l'injection. Ainsi, tant que dure le refroidissement, il y a contracture, puis la réaction s'opère, et l'on observe alors l'exagération des contractions; si l'on emploie de l'eau glacée, les diverses modifications que nous venons de noter sont encore plus marquées et la durée des périodes de contracture et de mouvement péristaltique est plus longue.

L'eau chaude active l'acte péristaltique; pour le constater, il n'est pas nécessaire de faire une injection dans l'intestin et d'introduire l'ampoule de caoutchouc, il suffit de verser l'eau chaude sur des anses mises à nu; on peut même ainsi ramener des contractions lorsqu'il y a immobilité.

A la suite d'un lavement salé, donné à un chien, on avait d'é-

normes contractions du gros intestin; en injectant alors de l'eau très-froide, les contractions cessaient momentanément pour reparaître quelque temps après.

Les substances irritantes augmentent les contractions en même temps que les sécrétions. Nous avons vu déjà plusieurs fois l'influence d'un lavement d'eau salée sur le rectum, nous montrons qu'il en est

Fig. 50.

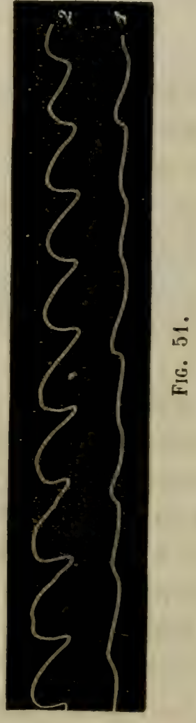


Fig. 51.

de même pour l'intestin grêle (fig. 51). La première ligne donne les contractions normales de l'intestin, on injecte quelques gouttes d'eau salée dans la fistule et l'on obtient ainsi la deuxième ligne, on voit la différence dans l'énergie des contractions, dont l'amplitude est au moins doublée. Au bout de trois minutes, cette surexcitation cesse et il n'y a plus rien d'inusité

dans l'anse en expérience, l'eau salée a cheminé et produit sans doute son effet plus bas.

L'huile d'olive, injectée en petite quantité dans une fistule intestinale d'un chien ou ingérée dans l'estomac pendant qu'on surveillait au moyen de l'ampoule les contractions de l'intestin, ne nous a pas donné d'exagération dans les contractions (l'animal est resté en observation pendant trois heures).

Trois gouttes d'huile de croton tiglium mêlées à une petite quantité d'huile d'olive sont injectées dans la fistule intestinale d'un chien. Presque immédiatement il y a sécrétion d'une grande quantité de liquide qui ressort en partie par la canule; les tracés indiquent une tension considérable et des contractions assez brusques, dont le caractère essentiel est de cesser lentement. En général, lorsque la tension est forte dans le tube intestinal, les oscillations sont plus rares et l'amplitude moins considérable, mais la contraction est plus rapide. C'est exactement ce que l'on voit dans les tracés sphygmographiques du pouls. Dans les graphiques obtenus après l'huile de croton il y a quelquefois contraction avant le retour au repos, on peut dire alors que les contractions s'ajoutent à une contracture incomplète. Cet état pathologique dure peu dans la région que l'on observe, la substance irritante est chassée plus loin avec les liquides sécrétés et il ne reste plus que de la contracture et de l'immobilité.

Nous avons introduit de la poudre d'ipécacuanha dans une fistule intestinale, cette poudre augmentait la tension et diminuait par conséquent l'amplitude des oscillations, puis on remarquait des ascensions brusques de l'aiguille indicatrice. On sait que Bretonneau déterminait une inflammation assez vive en plaçant de l'ipécacuanha sur le terme dénudé et la cornée des animaux, c'est donc une substance irritante et elle agit comme telle sur la muqueuse intestinale.

Nous avons essayé également l'ergot de seigle, il ne paraît pas agir directement sur le tube intestinal, il faut qu'il soit absorbé pour amener une légère augmentation des contractions péristaltiques.

La plupart des purgatifs salins (peut-être tous) n'augmentent

pas la force ou la fréquence des mouvements péristaltiques, mais comme l'intestin est alors plein de matières liquides, il n'y a pas ces longs repos que l'on observe habituellement après une série de contractions, il y a continuité d'action. Ces purgatifs agissent donc uniquement en déterminant une sécrétion plus abondante ou plutôt des phénomènes d'endosmose : car, si l'on injecte ces sels dans le sang, on amène la constipation et l'on abolit momentanément la sensation de la soif; on produit ainsi un effet opposé à celui qu'on obtient lorsque ces substances sont mises en contact avec la muqueuse digestive. Cette action purement endosmotique des purgatifs salins a été étudiée par notre collègue le docteur Rabuteau, qui a publié ses premiers résultats dans la *Gazette hebdomadaire* (15 mai 1868), et les a confirmés le 17 octobre 1868 à la Société de biologie. M. Moreau et d'autres auteurs ont trouvé des faits analogues. L'observation des contractions de l'intestin vient à l'appui de cette manière de voir, puisque l'ingestion des purgatifs salins ne donne aucun symptôme d'irritation intestinale ou d'exagération des mouvements.

En injectant du sulfate de soude ou de magnésie dans la fistule intestinale d'un chien, les graphiques montrent les oscillations régulières et continues, analogues à celles que l'on obtiendrait avec de l'eau tiède et rien de plus. L'animal a été maintenu en observation pendant trois heures; dès qu'il est détaché, il a une selle liquide.

Il est bien reconnu que les préparations de belladone et d'atropine à faible dose augmentent les contractions intestinales et en général les contractions de toutes les fibres lisses. M. Meuriot l'a complétement reconnu dans son travail sur la belladone (1). Cependant, l'auteur est obligé d'admettre que dans certains cas on observe une paralysie, et il attribue cette paralysie à une fatigue consécutive à des mouvements exagérés. Nous pensons que c'est tout simplement une question de dose; de même qu'une faible dose accélère le cœur et qu'une dose plus forte le ralentit,

(1) *De la méthode physiologique en thérapeutique et de ses applications à la belladone* (thèse 1868).

de même l'intestin se meut d'une façon exagérée sous l'influence d'une petite quantité d'atropine et se paralyse si l'on va jusqu'à l'intoxication ; on peut provoquer une paralysie d'emblée en injectant dans le sang une dose toxique ; trois fois nous avons fait cette injection dans les veines de la patte postérieure d'un chien. A certains moments il est difficile de déterminer l'effet produit à cause de l'agitation, des efforts et des cris qui succèdent à l'empoisonnement. On peut cependant remarquer que les intestins sont tout d'abord soumis complétement à l'influence des mouvements respiratoires, ce qui est un signe du repos des muscles propres; ce n'est que longtemps après, lorsque l'élimination du poison a commencé, que l'on voit apparaître des contractions péristaltiques faibles d'abord, puis plus accentuées. Trois heures environ après l'injection, les animaux ont plusieurs selles, les premières avec la consistance ordinaire, les dernières presque liquides. L'un de nous a vu un empoisonnement violent et rapide chez l'homme par l'extrait de belladone ; tant que les accidents ont été graves, il n'y a pas eu d'évacuations, celles-ci ont paru dès que les symptômes se sont amendés. Il est donc de la plus grande importance pour le médecin de savoir qu'avec la belladone il peut activer ou anéantir les mouvements des fibres-cellules suivant la dose employée.

Sur un grand chien, porteur d'une fistule intestinale, on injecte

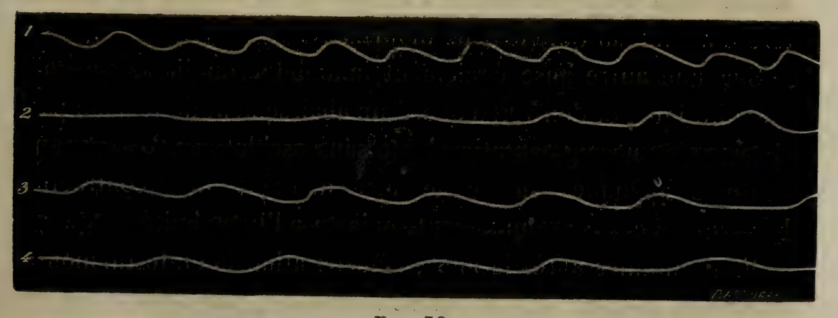


Fig. 52.

0,08 de chlorhydrate de morphine dans une veine de la patte postérieure gauche ; les effets ordinaires de la morphine apparaissent promptement (fig. 52). La première ligne de cette figure

représente les contractions normales prises par la fistule, qui est à un mètre du cæcum. Dans la deuxième ligne, on vient d'injecter le poison, il y a immédiatement cessation des contractions, ce qui est dû vraisemblablement non pas à la morphine, mais au malaise général occasionné par l'injection, car, peu à peu, les contractions reprennent. Dans les lignes 3 et 4, on a véritablement l'influence de la morphine, on voit les contractions se ralentir, la ligne d'ascension s'incline et les repos sont plus longs. Il y a, en somme, durée plus grande de la contraction, et durée plus grande du repos; au début, on a quinze oscillations par minute, plus tard, on n'en trouve que sept. La morphine, donnée à dose toxique, n'arrête pas complétement les contractions, il y a simplement un peu de paresse qui se joint à la suppression des sécrétions pour produire la constipation. Les courants électriques agissaient comme d'ordinaire sur l'intestin de ce chien empoisonné par la morphine.

Dix-sept heures après l'injection, l'animal meurt pendant qu'on l'attache sur une table; on introduit immédiatement l'ampoule par la fistule, et l'on constate que l'électricité agit encore. On ouvre alors le ventre, on place l'ampoule dans une anse qui est d'abord immobile, mais qui offre de belles contractions dès que l'on coupe les vaisseaux et les nerfs qui s'y rendent; les vaisseaux charriaient encore un peu de sang, autrement on s'expliquerait difficilement ces mouvements à la suite de la section du mésentère d'un animal qui vient de mourir.

Sur une autre anse également immobile, on lie le pédicule mésentérique, et l'on voit d'abord un abaissement de tension passager, puis une augmentation lente sans oscillations. Les courants continus appliqués sur cette anse donnent une contraction brusque qui cesse promptement, puis on a l'immobilité.

Vingt minutes après la mort, l'électrisation de l'intestin montre encore, au moment où l'on établit le courant, une contraction fort lente.

Nous avons donné à un chien, dont la fistule intestinale était récente, et à une chienne, qui portait une fistule depuis deux mois, et qui nous avait servi à d'autres expériences, une dose

toxique de sulfate de strychnine (on a injecté le poison dans les veines). Pendant tout le temps qu'a duré l'empoisonnement, on a pris des graphiques. La figure 53 représente quelques-uns des tracés. Dans le premier tracé, l'animal avait reçu la strychnine depuis quelques instants, et il n'y a au début aucun symptôme d'empoisonnement ; les contractions sont normales, puis on voit survenir une tendance à la contracture, la durée de la contraction est plus longue, l'amplitude est moins considérable. Sur les tracés 2 et 3, les contractions péristaltiques cessent complétement, mais chaque fois qu'il y a des convulsions générales il y a une ascension brusque et l'élévation du niveau se maintient (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*), ce qui revient à dire qu'il y a des paroxysmes de contracture.

Fig. 53.

Il est évident que dans ces conditions, la respiration ne peut avoir aucune influence sur la pression intestinale ; on pourrait croire que l'augmentation de tension au moment des convulsions générales est due uniquement à la compression exercée par les muscles abdominaux, mais nous avons pu constater *de visu* cette contracture de l'intestin coïncidant avec les convulsions sur un cobaye empoisonné par la strychnine, et dont nous avions incisé les parois abdominales au moment des paroxysmes.

Il serait facile d'étudier de cette façon l'action d'un grand nombre de substances, nous nous bornons, quant à présent, à ces diverses expériences ; elles nous suffisent à prouver que, parmi les médicaments, quelques-uns, en agissant sur la contractilité, facilitent ou ralentissent la marche des matières, mais nous dou-

tons que cette influence seule puisse produire de violentes diarrhées ou d'opiniâtres constipations, ce qui détermine surtout la marche plus ou moins rapide des matières, c'est leur consistance. L'opium diminue les contractions, mais il ne déterminerait pas une constipation sérieuse s'il ne tarissait pas en même temps les sécrétions ; le tannin agit uniquement de cette dernière façon. Le sulfate de soude et le sulfate de magnésie ne purgeraient pas sans la transsudation des liquides qui délayent les matières. De même, ce n'est point par un arrêt des mouvements péristaltiques qu'il y a constipation dans la paraplégie ; ce qu'on observe alors, c'est une difficulté dans l'excrétion des matières fécales, mais le trajet dans l'intestin grêle s'accomplit comme chez l'homme sain, ce n'est pas là une constipation causée par arrêt des mouvements péristaltiques. La strychnine augmente sans doute la contractilité intestinale, mais elle facilite aussi l'excrétion. Parmi les purgatifs, quelques-uns agissent par irritation sur la contractilité et sur les sécrétions, mais plusieurs, comme les purgatifs salins, semblent seulement déterminer une endosmose plus active.

En résumé, sans mettre en doute l'influence des contractions sur la rapidité ou la lenteur de la marche des matières, nous accordons à l'état de ces matières et à la présence des matières liquides ou gazeuses une plus grande importance. On s'explique ainsi comment on détermine une constipation que l'on peut appeler mécanique, en introduisant dans le tube digestif des poudres inertes, et pourquoi la diarrhée se montre aussitôt que des substances liquides remplissent l'intestin, alors même que ce sont des substances auxquelles l'intestin est habitué, comme la bile, par exemple, lorsque sa sécrétion est exagérée.

RÉSUMÉ.

L'inspiration et l'expiration amènent dans l'intestin des changements de tension qui varient avec le mode de respiration.

Les mouvements propres à l'intestin sont de trois sortes : 1° le mouvement péristaltique, qui est le mouvement normal ; 2° le mouvement antipéristaltique ; 3° la contracture.

Chaque contraction péristaltique est caractérisée par un res-

serrement brusque suivi d'une détente qui dure plus longtemps.

Les mouvements péristaltiques peuvent se passer isolément dans une portion restreinte du tube intestinal.

Après une série de contractions, il y a généralement un repos prolongé.

Les contractions sont plus fréquentes à la partie supérieure du canal intestinal, nous n'en avons jamais trouvé plus de dix-huit par minute.

Les contractions du gros intestin diffèrent de celles de l'intestin grêle par leur amplitude, leur durée et leur forme.

Le graphique de la défécation est tout à fait spécial et rappelle celui que l'on obtient après l'empoisonnement par la strychnine.

Les mouvements de l'estomac n'ont pas la régularité des mouvements intestinaux, ils sont de deux sortes, suivant qu'on les observe au pylore ou dans le grand cul-de-sac.

Le mouvement antipéristaltique ne se combine pas avec le mouvement péristaltique.

Le mouvement péristaltique est dû à l'action des cellules nerveuses des parois intestinales sur les fibres lisses. Ces cellules elles-mêmes peuvent subir l'influence du plexus cœliaque et des centres cérébro-spinaux.

L'arrêt de la circulation artérielle augmente ou détermine les contractions péristaltiques, l'arrêt du sang dans les veines ne donne rien d'analogue.

Cet état pathologique ne peut servir à l'explication des mouvements normaux.

Les courants d'induction appliqués directement aux intestins donnent une contracture au niveau des pôles; entre les pôles, il y relâchement des parois.

Les courants continus abolissent les mouvements péristaltiques et amènent une diminution de tension si le courant suit la direction normale des mouvements, ou une augmentation, si le courant va en sens contraire.

L'électrisation de la moelle par les courants continus augmente notablement les contractions péristaltiques au moment de leur application.

Les courants d'induction sur les splanchniques font augmenter progressivement la tension sans déterminer des mouvements péristaltiques.

Les courants continus sur les splanchniques donnent lieu à des contractions péristaltiques.

L'électricité, portée sur les plexus nerveux et les nerfs mésentériques, produit des effets analogues.

Les courants interrompus sur les pneumogastriques causent une dilatation de l'intestin et son immobilité ; ce phénomène a lieu par action réflexe. Ils amènent au contraire directement la contraction de l'estomac.

Les courants continus, modérés sur les pneumogastriques, agissent peu sur l'intestin, ils arrêtent les contractions normales ou pathologiques de l'estomac.

L'excitation directe de l'intestin par pincement, ou autrement, produit au premier instant une détente suivie d'une contraction énergique.

L'eau glacée arrête les mouvements péristaltiques en donnant de la contracture, l'eau chaude active les mouvements.

L'eau, chargée de chlorure de sodium, augmente l'énergie des mouvements.

L'huile de croton détermine des contractions qui s'ajoutent à la contracture pour chasser les matières ; l'ipécacuanha agit d'une façon analogue.

Les purgatifs salins n'augmentent pas l'énergie des contractions.

L'atropine à faible dose augmente les mouvements péristaltiques et les abolit à forte dose.

La morphine ralentit les contractions sans les abolir.

Le strychnine, à dose toxique, détermine de la contracture avec paroxysmes lorsqu'il y a des convulsions générales.

ERRATA. Plusieurs erreurs ont été commises dans la mise en pages de la première partie de ce mémoire publiée dans le dernier numéro. Les figures 7 *ter*, 11 et 12 ont été placées à l'envers. En outre, après la figure 20, trois lignes au-dessous, on trouve un renvoi à cette figure 20, il faut lire 21 et *ci-dessous* au lieu de *ci-dessus*.

NOTE

SUR UN NOUVEAU GENRE D'ACARIENS

Par M. Ch. ROBIN
Membre de l'Institut.

PLANCHES VII ET VIII.

Ce travail a pour sujet la description zoologique et anatomique d'un Acarien de la famille des Sarcoptides, jusqu'à présent confondu avec le grand nombre de ceux qu'on rangeait parmi les Acarus (voyez les *remarques* sur ce sujet, page 288 de l'année 1868 de ce recueil). Cette Arachnide appartient à un genre particulier différant des Glyciphages et des *Tyroglyphes*, dont il se rapproche pourtant plus que des Sarcoptes proprement dits et que des Sarcoptides avicoles. (Voyez Ch. Robin, *Sur les Sarcoptides avicoles. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1868.)

§ 1. — *Caractères génériques et spécifiques.*

Genre CARPOGLYPHE (CARPOGLYPHUS, καρπος fruit, γλύφευς sculpteur).

Ch. Robin, *Mémoire zoologique et anatomique sur diverses espèces d'Acariens de la famille des Sarcoptides* (*Mémoires de la Société impériale des naturalistes de Moscou.* Moscou, 1860, in-8, p. 16).

Corps ovoïde, un peu aplati en dessous, resserré sur les flancs, arrondi en arrière, dépourvu de sillon circulaire.

Rostre conique, découvert, grêle, pointu, jaunâtre; à palpes étroits, portant trois petits poils. Mandibules allongées, peu renflées à la base, didactyles, à crochets grêles, aplatis, non dentelés.

Epimères de la première paire réunis ensemble et avec ceux de la deuxième paire. *Pattes* cylindriques pourvues de piquants et de poils; tarses sans mamelons, à caroncule membraneuse, sessile onguiculée.

Anus placé sous le ventre.

Vulve longitudinale entre la deuxième et la troisième paire de pattes.

Organe sexuel mâle entre les épimères de la quatrième paire. Ventouses génitales sur les deux sexes, sans ventouses anales copulatrices.

Nymphes octopodes pouvant atteindre le volume des adultes avec les extrémités des épimères de la deuxième paire non soudés à ceux de la première.

Larves hexapodes, semblables du reste aux nymphes, sauf leur plus petit volume et la brièveté de leur abdomen.

Les Acariens de ce genre se distinguent facilement des *Tyroglyphes* : 1° par

leur corps moins allongé, plus arrondi en avant; 2° par leur rostre, plus grêle, plus étroit à la base, plus séparé du corps; 3° *par l'absence de sillon transversal entre la deuxième et la troisième paire de pattes*; 4° par la réunion des épimères de la deuxième paire avec ceux de la première sur les adultes; 5° par la présence de la vulve immédiatement au-dessous des épimères de la deuxième paire, dans l'intervalle qui existe entre ceux-ci et ceux de la troisième et qui correspond au troisième anneau céphalo-thoracique, et non entre les deux dernières paires de pattes portées par le quatrième anneau; 6° par l'absence de ventouses copulatrices anales chez le mâle, malgré l'existence de ventouses génitales sur les côtés des organes sexuels mâles et femelles.

Ils se distinguent aisément des *Glyciphages* : 1° par leur moindre volume ; 2° par la réunion des épimères de la deuxième paire avec ceux de la première, aussi bien sur la femelle que chez le mâle; 3° par la non-réunion de ceux de la troisième paire avec ceux de la quatrième ; 4° par la non-continuité avec la tige des épimères de l'anneau qui est à la base du premier article des pattes ; 5° par la brièveté des pattes et la gracilité du rostre; 6° par la brièveté de leurs poils, ceux de l'arrière du corps excepté, et par leur disposition en piquants rigides, mousses ou pointus, tous lisses, sans dentelures; 7° par l'état homogène et non grenu du tégument chitineux du corps ; 8° par la présence de ventouses génitales sur les côtés des organes mâles et femelles.

CARPOGLYPHUS PASSULARUM (Ch. Robin *ex* Hering).

Acarus passularum, Hering (*Die Krätzmilben der Thiere und einige verwandte Arten*. Nova acta physico-medica naturæ curiosorum, Wratislaviæ et Bonnæ. 1838, in-4, t. XVIII pars secunda, p. 573, pl. XLIV, fig. 14 et 15); et Gervais dans Walkenaer, *Histoire naturelle des insectes aptères*. Paris, 1844, in-8, t. III, p. 263.

Acarus des figues sèches (*Acarus passularum*), Dujardin, *Manuel de l'observateur au microscope*. Paris, 1843, in-18, p. 149, pl. XVII, fig. 10.

Corps ovoïde, à grosse extrémité antérieure dépassée par le rostre, mousse en arrière, bombé sur le dos, peu aplati sous le ventre, droit ou déprimé par les flancs, grisâtre ou gris jaunâtre, brillant, assez mou, hérissé de piquants.

Rostre très-pointu, grêle, étroit, saillant entre les deux premières pattes, à peine coloré, ainsi que les pattes, en jaune grisâtre.

Pattes semblables dans les deux sexes, un peu effilées, mesurant en longueur chez l'adulte au moins la largeur du corps, laissant toutes voir quatre articles sur les côtés du corps; les pattes des deux paires antérieures presque égales entre elles, plus grosses et un peu plus courtes que les autres; celles de la quatrième paire, plus longues que celles de la troisième paire , toutes hérissées de piquants et de poils. Poils des tarses des troisième et quatrième paires prolongés en un filament extrêmement délié, ayant une fois au moins la longueur du corps.

Poils postérieurs épais vers la base, se prolongeant en un filament extrê-

mement délié, très-flexible, qui leur donne deux fois à deux fois et demie la longueur du corps ; ceux du dos remplacés par de courts piquants, mousses, rigides, dressés.

Mâle, long de $0^{mm},40$ à $0^{mm},67$, le rostre compris, large de $0^{mm},20$ à $0^{mm},33$ (planche VIII, fig. 2) ; organe sexuel entre les épimères de la quatrième paire. Tiges des épimères de la première paire réunies en une pièce sternale médiane élargie à son bout postérieur où elle adhère à l'extrémité interne des épimères de la deuxième paire, presque aussi nombreuse que les femelles.

Femelle, longue de $0^{mm},50$ à $0^{mm},75$, le rostre compris ; large de $0^{mm},22$ à 0^{mm}, 35 (planche VII, fig. 1).

Vulve longitudinale entre les épimères de la deuxième et de la troisième paire. Tige des épimères de première paire en forme d'X par suite de leur réunion en une pièce sternale médiane large et courte, qui se bifurque en deux larges branches allant joindre l'extrémité interne des épimères de la deuxième paire.

OEufs, long de $0^{mm},11$ à $0^{mm},14$, large de $0^{mm},07$ à $0^{mm},09$; elliptiques allongés, presque plat du côté ventral, bombés du côté opposé, avec une extrémité obtuse, et l'autre qui l'est moins occupée par le rostre de l'embryon.

Larves hexapodes, longues de $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$, larges de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$; abdomen court, rétréci en arrière ; épimères de la première paire unis en V sur la ligne médiane, sans jonction avec ceux de la deuxième (planche VIII, fig. 3).

Nymphes octopodes, longues de $0^{mm},30$ à $0^{mm},35$, larges de $0^{mm},18$ à $0^{mm},20$; épimères convexes des deux premières paires comme sur les larves (planche VII, fig. 2).

Habitat. Dans les figues sèches anciennes, à la surface des conserves et des confitures, dans la poussière des dattes, des pruneaux et d'autres fruits secs, à la surface et entre les débris desquels il court assez rapidement. Les mâles sont presque aussi nombreux que les femelles. Il en est de même des nymphes octopodes, ainsi que des individus octopodes sur lesquels la présence des organes sexuels mâles ou femelles encore mal développés est décelée par leur situation et par l'existence sur leurs côtés des deux paires de ventouses génitales conoïdes qui les accompagnent. Souvent ils sont réunis en groupes formant de petits amas grisâtres, dans lesquels ils se meuvent lentement ou se tiennent immobiles. On trouve dans la poussière où ils vivent des excréments sous forme de petites masses arrondies jaunâtres et un petit nombre de coques des œufs. Celles-ci sont fendues en deux, très-minces, homogènes et toutes vides.

Avec le *Carpoglyphus* que nous venons de décrire, on trouve quelquefois un petit nombre de *Tyroglyphus Siro* et presque toujours une certaine quantité de *Dermanyssus agilis*, Gervais (*Melichares agilis*, Hering). Hering a représenté plus d'articles aux pattes de ce Dermanysse qu'il n'y en a et les insertions des poils sont mal déterminées. Il ne parle ni des trachées, ni des stigmates de cet animal et non à tort les palpes soudés à la lèvre.

Remarques historiques. — Hering, qui a découvert l'Acarien décrit ici, l'a nommé *Acarus passularum* (*loc. cit.*, 1838). Il a bien figuré la forme et la dépression des flancs des individus immobiles. Il a représenté les grands poils plus nombreux qu'ils ne sont et en des points où ils ne sont pas. Il figure entre les pattes de la deuxième paire un pli qui s'y forme accidentellement assez souvent après la mort. Il donne au rostre le nom de bouche ou trompe, et appelle langue les mandibules. Il figure assez bien le crochet de la caroncule terminale du tarse, mais non celle-ci. Il fait naître les quatre paires de pattes sous le thorax et figure et décrit la tache que forment les vésicules abdominales comme étant des trous. Il ne dit rien des larves, des sexes, ni de la disposition du squelette. Il figure les deux poils de l'épistome, mais non le sillon qui sépare celui-ci du rostre.

Dujardin, qui ne fait que nommer cet animal, en a bien figuré la lèvre, mais imparfaitement les mandibules. Cette figure montre contrairement, à ce que pense M. Gervais, que c'est bien l'animal vu par Hering, et dont celui-ci a mal figuré le rostre, que Dujardin a nommé *Acarus passularum*.

Remarques comparatives. — Ces Acariens se distinguent très-facilement des Tyroglyphes et des Glyciphages par leur moindre volume, leur corps ovoïde, à grosse extrémité antérieure, que surmonte le rostre grêle et aigu, comme une très-petite pointe roussâtre plus ou moins inclinée, et qui ne semble nullement prolonger le thorax comme dans les espèces des genres précédents. Les femelles pleines exceptées, l'abdomen est plus transparent que le thorax et plus resserré que cette dernière partie. Sur l'animal vivant, une légère dépression demi-circulaire étendue de la face ventrale aux flancs, mais n'arrivant pas sur le dos, marque derrière les pattes de la quatrième paire la séparation du thorax et de l'abdomen. Après la mort, ils se dessèchent rapidement, se rattatinent et deviennent méconnaissables ; pourtant la troncature de leurs poils dorsaux les fait reconnaître facilement. Leur démarche assez rapide quand la température est très-élevée devient très-lente en hiver.

Pendant l'accouplement, la femelle porte le mâle sur son dos, ayant la tête dirigée dans le même sens et non tournée en direction inverse comme sur les Tyroglyphes, les Glyciphages, les Sarcoptides avicoles, etc. On peut apercevoir dans l'abdomen des femelles de un à quatre œufs inégalement développés. Quand il n'y a qu'un œuf, la segmentation, ni les phases plus avancées de l'évolution, ne sont en voie d'accomplissement ; mais ces diverses phases sont apercevables sur les grosses femelles contenant quatre œufs.

Jamais on ne trouve d'œufs pondus et libres contenant un vitellus ou des jeunes en voie de développement comme pour la plupart des autres Sarcoptides. Mais dans le ventre de la mère et en écrasant celle-ci, on voit souvent que trois des œufs ou tous les quatre contiennent des larves hexapodes entièrement développées, roulées en boules, qui s'étendent et marchent dès qu'on brise la coque. Ces faits montrent que cette espèce est *ovo-vivipare* comme le *Sarcoptes mutans* (Lanquetin et Ch. Robin, *Comptes rendus des séances de*

l'Académie des sciences, 1859, t. XLIX, et Reynal et Lanquetin, *Mémoires de l'Académie impériale de médecine*, 1863, p. 247.)

L'état de redressement des piquants rigides et courts dont le dos de cette espèce est hérissé, lui donne un aspect singulier. Avec un peu d'attention on découvre par transparence, sous forme de deux taches jaunâtres ou brunes, les vésicules contenues dans l'abdomen (planche VIII, fig. 3, *k*), qui sont difficiles à voir sur les larves.

§ II. — *Examen anatomique et comparatif des diverses parties du corps du* Carpoglyphus passularum.

Le *rostre* est long de 6 à 9 centièmes de millimètres, large de 2 à 3 centièmes. Il est proportionnellement plus étroit, plus long, plus pointu et moins incliné que chez les *Tyroglyphus* et les *Glyciphages*. Les *mâchoires*, placées transversalement, soudées à la lèvre et réunies ensemble sur la ligne médiane, n'offrent rien de particulier que leur minceur et leur étroitesse (pl. X, fig. 1, 3 et 5; *i*). Les *palpes maxillaires* sont grêles, soudés à la lèvre dans toute l'étendue du premier article et de la base du deuxième comme sur les Glyciphages et moins volumineux, surtout le premier article, qui ne porte qu'un poil plus court que sur les Tyroglyphes, etc. Les deux poils du deuxième article sont assez longs, et le piquant à sommet mousse du troisième article est plus petit que dans les genres voisins. Les *palpes labiaux*, accolés au bord interne du deuxième article, sont foncés et soudés à la lèvre en faisant relief sur eux. La base de ces palpes manque de poils ; leur sommet est mousse dépourvu de piquant. (Voy. pl. VII, fig. 3.)

La *lèvre* est assez épaisse, peu foncée, à bord libre plissé et très-étroit entre les bouts des palpes maxillaires au niveau de l'articulation du troisième avec le deuxième article ; elle porte aussi un poil qui n'offre rien de spécial. La *languette* est remarquable par son étroitesse et par son prolongement terminé en forme de pointe d'aiguille ; ce prolongement ne s'avance pas jusqu'au bord de la lèvre. Les *mandibules* sont, toutes proportions gardées, plus longues, plus minces, moins épaisses et moins puissantes que chez les Tyroglyphes, etc. Leurs doigts sont grêles, pointus, non courbés en crochet vers leur sommet. Le tranchant de ceux-ci est lisse, non dentelé, si ce n'est parfois pour le doigt inférieur qui, sur quelques gros individus, porte deux ou trois dentelures vers sa base.

Le bord libre de l'*épistôme* est peu foncé, comme sur les *T. siro* et *longior*, etc.; un mince prolongement part au-dessous de lui pour embrasser (pl. VIII, fig. 1, *l*) le dessus de la base des mandibules, dont les palpes débordent un peu les côtés.

L'*anus* est situé un peu plus près du bord postérieur de l'abdomen que chez les *Tyroglyphus*, mais sans atteindre ce bord. Une paire de poils fins et courts existe de chaque côté de cet orifice, qui est en forme de fente longitudinale à lèvres minces.

Les organes génitaux offrent la position relative et les dispositions anatomiques générales qu'on observe sur les Glyciphages.

Les lèvres de la vulve sont formées par deux écailles ou épimérites de teinte jaunâtre, disposées comme chez les Glyciphages ; seulement elles ne présentent pas la commissure supérieure foncée observable sur ceux-ci, ce qui tient à ce que sur les Carpoglyphes elle touche la pièce sternale résultant de l'union médiaire des épimères de la première paire, et se trouve entre l'écartement en X des deux branches inférieures de cette pièce (planche VII, fig. 1). L'organe mâle (planche VIII, fig. 1) est placé entre les épimères de la quatrième paire, en arrière desquels il s'étend un peu. Il est formé d'une pièce conoïde rougeâtre, à sommet mousse, tourné en avant, portant une crête ou saillie foncée longitudinale mince, qui occupe presque toute sa longueur. Sa base élargie est nettement limitée par une bande transversale, également foncée, des bouts de laquelle partent deux prolongements étroits, courbes, à concavité interne, dirigés en arrière, où ils se terminent assez brusquement un peu en avant de la commissure de l'anus et en limitant entre eux un espace à peu près semi-elliptique.

De la bande transversale précédente partent deux épidèmes plongés dans l'épaisseur du corps, dirigés habituellement en arrière entre les deux branches descendantes dont il vient d'être fait mention ; mais par l'écrasement ces épidèmes peuvent être repoussés sur les côtés de l'organe.

De chaque côté des organes mâles et femelles existent deux ventouses génitales cylindriques, à sommet conoïde, mousse, un peu plus grosses sur la femelle que sur le mâle, semblables en un mot à peu de choses près de celles des Tyroglyphes.

Les épimères des larves sont la disposition générale qu'ils offrent chez les Tyroglyphes en particulier. Mais sur les adultes l'union extérieure, signalée plus haut, de ceux de la première paire et de ceux-ci avec ceux de la deuxième différant d'un sexe à l'autre constitue un caractère distinctif important sur lequel il est inutile de revenir plus longuement après ce qui en a été dit plus haut (page 199). Les épimères des deux premières paires sont relativement plus robustes que ceux des deux dernières paires, qui sont réduits à une tige courbe, grêle, sans union de l'une à l'autre. Sur les larves et les nymphes, les épimères des trois dernières paires offrent cette disposition et ceux de la première sont réunis en V sur la ligne médiane comme chez les Tyroglyphes. (pl. VIII, fig. 3).

Comme sur les Tyroglyphes, tous les épimères (pl. VII, fig. 4, *r*, *p*) s'articulent avec la pièce (n° 1) solide de la hanche et ne sont pas continus avec l'anneau qui représente la base de cet article de leurs pattes comme sur les Glyciphages et les Cheylètes.

L'extrémité externe ou articulaire de l'épimère de la première paire envoie un mince prolongement à la base du palpe maxillaire (pl. VIII, fig. 3, *m*.) ; celle de l'épimère de la deuxième paire (*n*) en envoie un à la hanche de la première patte. Les prolongements correspondants manquent aux épimères de la troisième et de la quatrième paire, mais ils présentent un prolongement grêle et court qui se dirige en bas et en dedans, dans l'épaisseur des

tissus (pl. VII, fig. 4, *o*) et qui se retrouve aussi sur les épimères des deux premières paires (*p*). La *hanche* de toutes les pattes est en forme de coin à base arrondie, comme sur les Tyroglyphes, etc., moins large aux deux premières pattes qu'aux autres (pl. VII, fig. 1, 4) et porte un poil très-court sur les trois premières. Les autres articles sont conformés comme sur les Glyciphages et les Tyroglyphes. L'*exinguinal* ou *trochanter* (pl. VII, fig. 1, n° 2) porte un poil aigu, assez long, excepté à la troisième patte. Le *fémoral* de la première patte porte un court piquant vers sa base, un autre vers son milieu et près de son bord supérieur un cirre ou spinule, rigide, mousse au sommet (n° 3). A la deuxième patte, il porte trois piquants très-courts et un seul à la troisième. Celui de la quatrième patte est nu.

La *jambe* de toutes les pattes porte vers son tiers supérieur un gros et long poil qui s'étend au delà de l'extrémité du tarse. Cet article porte encore dans le voisinage de ce poil deux courts piquants rigides aux deux premières pattes et un seul aux deux dernières (n° 4).

Le *tarse* (n° 5) est le plus long de tous les articles des quatre pattes, mais il ne l'est pas autant que sur les Glyciphages. Il est à peu près aussi long que le fémoral et la jambe réunis ; un peu élargi à sa base, il s'atténue dans le reste de sa longueur. Il porte un plus grand nombre d'appendices que les autres articles. Aux deux premières pattes, il a dans sa moitié inférieure quatre courts piquants rigides, dont l'un, à sommet mousse, est un peu recourbé. Près de son extrémité, il montre deux autres courts piquants et deux poils fins, moins longs que la totalité de l'article lui-même. Aux deux dernières pattes, la moitié inférieure de cet article est nue (pl. VII, fig. 1), mais sa moitié supérieure porte trois courts piquants rigides avec un poil assez gros à sa base, puis qui se prolonge en un filament extrêmement grêle et flexible, aussi long que tout le corps de l'animal lui-même (fig. 1, *ab*). Le bord même de l'extrémité du tarse de toutes les pattes est hérissé de trois courtes pointes à sommet aigu.

Cette extrémité est pourvue d'une caroncule membraneuse transparente que dépasse un assez gros crochet corné en forme de faucille dont la portion représentant le manche s'insère sur elle (*c*). Cette caroncule paraît être creuse. Sur le vivant, elle est biconique, à sa partie la plus renflée formant son milieu. Dans la moitié de sa hauteur elle est plus ferme, plus épaisse que dans le reste de son étendue et vers son milieu une ligne circulaire indique le bord de cette portion plus ferme. L'autre moitié ou portion terminale de la caroncule est plus pâle et plus transparente. C'est elle qui porte le crochet. L'animal fait rentrer de temps en temps cette portion dans la précédente et y entraîne la portion du crochet qui en représente le manche. La caroncule prend alors la disposition qu'elle conserve après la mort de l'animal. Elle ressemble alors à une cupule un peu échancrée en avant supportée par une portion cylindroïde plus étroite. Le crochet alors ne montre plus au dehors que sa position recourbée.

Les *poils* présentent les dispositions suivantes sur le *Carpoglyphus passularum* sans différence d'un sexe ni d'un âge à l'autre.

Sous le ventre, il ne porte que des poils très-courts et très-fins (pl. VII, fig. 1, et pl. VIII, fig. 2), savoir : 1° une paire entre les tiges du premier et du deuxième épimère; 2° une autre entre les extrémités de ceux du troisième et du quatrième; 3° une autre derrière le quatrième épimère ; 4° puis enfin un poil de chaque côté de la fente anale. Sur les adultes, on voit de plus une paire de poils plus courts encore vers la base des deux ventouses génitales de chaque côté. Sur la feuille, il y a une paire de poils semblables un peu en arrière de la commissure postérieure de la vulve et sur le mâle au niveau du sommet du pénis (pl. VII, fig. 1, et pl. VIII, fig. 2).

Sur le dos, les poils proprement dits sont remplacés par des cirres ou piquants cylindriques, rigides, courts, à sommet mousse, aussi gros que la base qui est insérée sur un tubercule basilaire assez gros. Sur l'animal vivant ces poils redressés lui donnent un aspect des plus singuliers (pl. VII, fig. 2 et pl. VIII, fig. 1). Ces cirres sont situés ainsi qu'il suit : 1° une paire au-dessus de l'épistome (pl. VII, fig. 2, *a*); une autre paire près du bord au-dessus des premières pattes (*b*) ; 3° deux paires au niveau des secondes pattes (*c*) ; 4° deux autres paires au niveau des troisièmes pattes (*d*) ; 5° deux paires au niveau des dernières pattes (*e*) ; 6° quatre paires entre ces pattes et l'extrémité du corps. Le bord même de cette extrémité porte 1° une paire de cirres semblables aux précédents (pl. VIII, fig. 1, *f*.), mais un peu plus courts près de la ligne médiane ; 2° une autre paire en arrière des dernières pattes vers le point où l'extrémité du corps commence à s'arrondir (fig. 1, *g*). 3° Cette extrémité du corps montre enfin sur les individus de tous les âges deux paires de poils assez gros, qui, après avoir atteint, en s'atténuant graduellement, une longueur égale environ à la moitié de celles du corps, se prolongent en un filament extrêmement grêle et flexible qui donne à chaque poil environ deux fois la longueur des corps de l'individu qui le porte (*h.i*). Déjà Hering avait noté que les poils postérieurs dépassent la longueur du corps. 4° Notons enfin que le poil latéral placé entre les deuxième et troisième paires de pattes est représenté sur le *Carpoglyphus passularum* par un cirre mousse pareil à ceux qui sont sur le dos (fig. 1, *j*, pl. VIII.).

Le *tégument* du corps est transparent, assez résistant, à cassure nette, homogène, ni grenu comme sur les Glycyphages, ni pourvu de plis réguliers comme chez les Sarcoptes. L'épistome même n'est pas pourvu de la plaque onguiforme, finement granuleuse qui existe sur beaucoup de Sarcoptides.

De chaque côté, dans la cavité abdominale, en arrière du niveau des dernières pattes, presque au niveau de la commissure antérieure de l'anus plus près de la surface dorsale que du ventre existe une vésicule sphérique (pl. VIII, fig. 3, *k*) pleine d'une substance demi-liquide, jaune brun ; elle est analogue, à celle des Tyroglyphes, des Sarcoptides avicoles et de quelques Glyciphages, mais dans l'espèce décrite ici le liquide est beaucoup plus foncé que sur les acariens précédents. La paroi de ces vésicules est assez résistante.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche VII.

Fig. 1. *Carpoglyphus passularum*, Ch. Robin *ex* Hering, femelle, grossie cent fois, vue sous le ventre.

1. La *hanche* portant un petit poil, qui manque à celle de la quatrième patte.
2. Le *trochanter* articulé avec la hanche et dont la base appuie en partie sur le corps. Il porte un poil fin deux fois aussi long que l'article lui-même. Ce poil manque à la troisième patte.
3. Le *fémoral* avec trois petits poils aux deux premières pattes, un seul à la troisième et point à la quatrième.
4. La *jambe* avec un long poil à toutes les jambes, plus deux très-petits aux pattes des deux premières paires et un seul aux deux dernières.
5. Le *tarse* avec plusieurs cirres et piquants, deux petits poils à son extrémité sur les pattes des deux premières paires.

a. *b*. Poils très-longs et très-fins traînant au bout du tarse des pattes des deux dernières paires.

c. Crochet terminal du tarse et sa caroncule ou ventouse membraneuse.

Fig. 2. *Nymphe octopode* vue de profil, grossie quatre-vingts fois.

a. Poil de la paire de l'épistome, en avant duquel fait saillie le rostre.

b, *c*, *d*, *e*. Poils dorsaux du côté gauche, disposés par paires.

f, *g*, *h*, *i*. Comme à la figure 1, pl. VIII.

Fig. 3. La lèvre, vue de face, grossie trois cents fois.

m. Pièce maxillaire transversale.

1. Premier article du palpe maxillaire portant un petit poil.
2. Deuxième article avec un poil fin près de chaque extrémité.
3. Troisième article avec un court cirre terminal.

La face inférieure de la lèvre porte un poil assez long vers le niveau du bout du premier article des palpes maxillaires.

Fig. 4. *Epimères* et *hanches* d'une patte antérieure et d'une patte postérieure. 200 diamètres.

p. Portion d'un épimère de la première paire avec un prolongement ou épidème qu'il envoie des tissus.

q. Branche de la patte de la première paire, représentant comme une portion de cylindre obliquement coupé en forme de coin et légèrement concave sur ses plus larges faces.

r. Épimère de la troisième paire avec un épidème membraneux pâle sur chaque bord et une double apophyse articulaire à son extrémité externe.

o. Prolongement ou épidème grêle envoyé dans les tissus par cette extrémité articulaire.

n° 1. La hanche, montrant bien le type d'après lequel est conformé cet organe sur ces Acariens et tous les *Sarcoptides* en général. Elle représente une portion de cylindre creux, dont la base est en o, et constitue la face articulaire ou adhérente au corps, de cet article et par suite de tout le membre, dont la cavité reçoit par là les organes venant de la cavité du tronc.

Une saillie apophysaire de cette base s'articule ici avec l'extrémité externe de l'épimère (*r*), et se trouve en continuité de substance avec elle dans certains genres (Cheylètes, Glyciphages).

Cette portion de cylindre est coupée plus ou moins obliquement, par un plan limitant la surface ou extrémité externe de cette pièce (*s*) s'articulant avec le *trochanter*. De l'obliquité de ce plan résulte la forme de *coin* que présente cet article ; coin dont la base est représentée par la portion de cylindre ménagée par cette section et tournée vers la face inférieure du corps et porte ordinairement un poil (n° 1). Le tranchant du coin, tourné vers la face dorsale, est plus ou moins aminci, selon que le plan ou surface d'articulation avec le trochanter (*s*) va rejoindre le plan opposé (*o*) articulé avec le corps et l'épimère, ou au contraire ménage une portion de cylindre (*q*) au côté opposé à la base en n'allant pas joindre le plan qui s'articule avec le corps.

Cet article présente d'un genre à l'autre de nombreuses variétés de forme, sans changer de type, selon que la base du coin est plus ou moins élevée (n° 1), et par suite que la surface d'articulation avec le trochanter est plus ou moins oblique par rapport à la surface d'articulation avec le corps (comparez *s* à *q*); selon que ces surfaces et la base arrondie du coin sont planes, convexes ou concaves; selon que la portion de l'article représentant le tranchant du coin est épaisse (*q*) ou au contraire presque tranchante (*s*) ; cas dans lequel la base du trochanter est en partie appuyée sur le tronc de l'animal (fig. 1, *t*), en même temps qu'articulée avec la hanche. Son aspect varie notablement aussi selon que les bords des plans articulaires du cylindre chitineux sont plus ou moins colorés et épaissis en forme d'anneau foncé (*s*, *o*). Il est des Acariens chez lesquels la base de la hanche étant très-peu élevée, tout cet article est très-mince, comme perdu entre le trochanter et le tronc, ce qui rend difficile alors la détermination du nombre et de la nature des articles des pattes.

PLANCHE VIII.

FIG. 1. Mâle, vu de dos, grossi cent fois, montrant le rostre, etc.

l. Prolongement membraneux du camérostome recouvrant la base des mandibules.

f, *g*. Courts piquants ou poils tronqués de l'arrière du corps.

h, *i*. Poils très-fins, plus longs que le corps, insérés entre les précédents à l'arrière de l'abdomen.

j. Poil ou piquant latéral.

k. Comme à la figure 3.

Fig. 2. *Carpoglyphus passularum*, Ch. Robin *ex* Hering : mâle grossi cent fois, vu sous le ventre, pour montrer la disposition des épimères des deux premières paires ; la situation de l'appareil génital avec ses ventouses copulatrices au niveau de l'épimère de la quatrième paire ; l'anus et les petits poils accompagnant ces organes.

t. *Trochanter* articulé avec la hanche et appuyant un peu sur le tronc.

Fig. 3. *Larve hexapode*, grossie cent cinquante fois, vue par le ventre, pour montrer la disposition des épimères de la première paire et des suivantes, comparativement aux adultes.

Les poils ventraux ont seuls été figurés.

k. Vésicule pleine d'un liquide brun jaunâtre existant de chaque côté dans la cavité abdominale en arrière de la quatrième patte.

m. Épidème reliant le premier épimère à la base du premier article du palpe correspondant.

n. Épidème reliant le deuxième épimère à la base de la hanche de la première patte correspondante.

u. Anus avec un poil fin et court de chaque côté.

Fig. 4. Mandibule, grossie trois cents fois environ, vue de côté.

s. Onglet supérieur faisant suite au corps de la mandibule et immobile.

i. Onglet inférieur articulé et mobile. Il est à peine dentelé et vers sa base seulement.

NOTE

SUR L'ACTION DU CURARE

Par le Dr E. GOUJON

Espérant produire des troubles fonctionnels persistants qui entraîneraient des modifications anatomiques appréciables, j'ai soumis des animaux pendant un certain temps à l'influence du curare et à des intervalles rapprochés en faisant passer dans leur sang une quantité suffisante de ce poison pour les tuer si on les eût laissés livrés à eux-mêmes.

Pour cela, j'injectais sous la peau d'une patte ou d'une oreille d'un lapin quelques gouttes d'une solution aqueuse de curare, et dès que l'animal tombait, ne pouvant plus se soutenir sur ses pattes paralysées, j'appliquais, comme je l'ai vu mettre en pratique par M. Cl. Bernard, une ligature sur l'oreille ou

sur la patte qui avait reçu le poison. L'animal se ranimait bientôt, et au bout de quelques instants ne paraissait plus incommodé.

La ligature étant alors enlevée, les accidents réapparaissaient bientôt pour s'arrêter de nouveau si l'on plaçait encore une ligature sur l'oreille ou sur la patte.

J'ai ainsi paralysé plusieurs fois par jour et pendant dix jours de suite le même animal, et au bout de ce temps il ne m'a pas été possible d'observer chez lui aucune altération fonctionnelle ou anatomique d'aucune sorte. Les animaux soumis à cet empoisonnement répété reprenaient toutes les apparences de la santé dès qu'ils avaient éliminé le poison, c'est-à-dire trois quarts d'heure ou une heure après l'intoxication.

Malgré le résultat négatif de ces expériences quant aux altérations anatomiques que je pensai produire, je les rapporte néanmoins, parce qu'elles ont donné lieu à quelques observations que je crois utile de faire connaître.

Première expérience, 20 *mai* 1868. — Ne connaissant pas au juste l'activité du curare que j'emploie, j'injecte sous la peau de l'oreille d'un lapin cinq gouttes seulement d'une solution aqueuse de curare au $\frac{1}{100}$. Dix minutes après, la respiration est très-accélérée, le cœur bat très-vite, les oreilles sont plus chaudes qu'avant l'injection ; mais l'animal ne se paralyse pas et vingt minutes après, il paraît rétabli. Cette dose étant insuffisante pour produire des accidents graves, j'injecte le lendemain à ce lapin, qui est très-vigoureux, tout le contenu d'une petite seringue de Pravas ; 20 gouttes environ de la même solution, ce qui équivaut à 1 centigramme de curare. L'injection est faite à 1 heure 5 minutes et dans le même lieu que la précédente. A 1 heure 15 minutes, l'animal respire avec peine, on provoque chez lui, en le touchant légèrement, des frémissements musculaires, il a de l'exophthalmie très-prononcée, il titube en marchant et tombe bientôt paralysé complétement. A ce moment, la température rectale est de 40 ; avant l'injection elle était de 38,1. Une ligature est immédiatement placée sur l'oreille et l'on fait un peu la respiration artificielle ; l'animal se relève bientôt, les yeux, qui étaient complétement hors de l'orbite, ont repris leur place et la température est descendue à 39 degrés. La ligature enlevée, tous les symptômes toxiques réapparaissent huit minutes après, je serre de nouveau le lien et je laisse ainsi l'animal, l'oreille liée pendant un quart d'heure ; au bout de ce temps, j'enlève la ligature complétement et cette fois les accidents ne se reproduisent pas. L'animal ne se paralyse plus, l'exophthalmie a disparu, la température rectale est à 38,8.

Cette expérience est répétée dix jours de suite sur ce même lapin, et, chose remarquable, la même dose de poison a produit toujours les mêmes accidents et avec la même intensité. L'injection était faite alternativement sous la peau de l'oreille ou d'une patte postérieure, et toujours avec la même dose, je fus obligé de placer deux fois de suite une ligature sur l'oreille ou la patte et souvent de faire la respiration artificielle pour sauver l'animal. Le dixième jour de l'expérience, cet animal ne présente d'autres symptômes qu'un œdème

assez prononcé de l'oreille et de la patte sur lesquelles on a fait l'injection, ce qui est très-probablement une conséquence de la ligature souvent répétée ; il a également sur l'oreille une petite plaque, large comme une pièce de 50 centimes, qui est complétement gangrenée. Mais il n'a rien d'apparent du côté de la motilité, il marche comme avant l'expérience et mange parfaitement. Je lui fais à ce moment une nouvelle injection de gouttes de la même solution et cette fois je ne place pas de ligature, il succombe bientôt. L'autopsie, faite de suite, ne montre rien de spécial ; les nerfs examinés dans leurs différentes parties et surtout au voisinage de leur terminaison dans les muscles, ne laissent rien voir d'anormal, il en est de même des muscles. La vessie contient une assez grande quantité d'urine, qui est plus claire qu'elle n'est ordinairement chez les lapins ; chauffée dans un tube, elle devient très-transparente si l'on va jusqu'à l'ébullition. Elle ne paraît pas non plus contenir de sucre ; la potasse caustique et le réactif cupro-potassique n'indiquent rien.

Deuxième expérience, 15 *juin*. — Le lapin qui sert à cette seconde expérience est beaucoup moins fort que le précédent, aussi je n'injecte que 15 gouttes de la même solution. Cette dose suffit pour produire les mêmes accidents que chez le premier et nécessiter l'application de la ligature. Cinq jours de suite, cet animal fut soumis à ce même traitement ; le cinquième jour, ayant oublié de lier l'oreille, il mourut très-rapidement. L'autopsie, faite de la même façon, ne montre également rien, si ce n'est un peu de sphacèle de l'oreille où les injections ont été répétées.

Remarques. — Un fait nous a surtout frappé dans ces expériences : c'est la constance des effets produits par les mêmes doses de curare administrées plusieurs jours de suite au même animal. Ainsi, pour cette substance, contrairement à la plupart de celles qui ont été étudiées, la tolérance ne paraît pas s'établir et la même dose administrée huit et dix fois de suite y produit invariablement les mêmes effets et avec les mêmes intensités. Cette particularité rapprocherait peut-être l'action du curare de celle des venins, bien qu'il paraisse à peu près démontré que ce poison indien doit surtout sa grande énergie à des substances d'origine végétale.

L'élévation de la température et l'exophthalmie, phénomènes sur lesquels MM. Liouville et Voisin (page 113 de l'année 1867 de ce recueil) ont surtout attiré l'attention, se sont montrées d'une manière constante dans ces expériences et elles atteignaient leur maximum d'intensité alors que l'animal était complétement paralysé.

La disposition anatomique des différentes parties de l'orbite nous semble donner une explication suffisante de l'exophthalmie qui se produit d'une manière si marquée chez le lapin. On sait, en effet, comme l'a montré M. Sappey, que l'aponévrose orbitaire renferme des fibres musculaire lisses qui peuvent se contracter sans le secours d'aucun excitant bien que l'animal soit empoisonné par le curare, ce qui n'existe pas pour les mucles striés, et dans le cas de cet empoisonnement, les muscles moteurs

du globe oculaire étant dans un état complet d'inertie, les fibres musculaires de l'aponévrose orbitaire se contractant suffisent pour chasser l'œil en avant, alors que ses muscles propres n'offrent plus de résistance. Il semble que la paralysie complète des muscles de l'œil suffit pour donner l'explication du phénomène ; mais si l'on donne à la tête de l'animal une position telle que le globe oculaire ne soit plus sollicité par son propre poids à sortir de l'orbite, on voit bientôt qu'une autre cause intervient, car l'œil n'en continue pas moins à faire saillie et en pressant avec la main sur cet organe on éprouve de la résistance à le faire rentrer à sa place.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Recherches expérimentales sur diverses substances introduites dans l'organisme, par le docteur A. Rabuteau.

Le travail de M. Rabuteau se compose d'un grand nombre de recherches sur les propriétés physiologiques, les métamorphoses et le mode d'élimination que présentent diverses substances introduites dans l'organisme. Parmi ces substances, nous citerons : les composés métalliques en général, les fluorures, les iodates et les iodures, les bromates et les bromures, le perchlorate de potassium, les chlorates, le sulfate de quinine, les sulfates et hyposulfates, les sulfites et hyposulfites, les sélénites, séléniates et tellurites, enfin le succinate et le formiate de sodium. Chemin faisant, l'auteur a trouvé des faits complétement nouveaux, qui intéressent non-seulement la physiologie et la toxicologie, mais qui jettent un grand jour sur certains points jusqu'ici obscurs dans la thérapeutique.

Au sujet des composés métalliques, M. Rabuteau a posé une loi d'après laquelle *les métaux seraient d'autant plus actifs que leur poids atomique est plus élevé ou*, ce qui revient au même, *que leur chaleur spécifique est plus faible* (1). Il ne veut point dire par là qu'un métal, dont le poids atomique est le double de celui d'un autre métal, soit deux fois plus actif que ce dernier ; il veut exprimer seulement qu'il l'est davantage. Que l'on considère par exemple, les métaux alcalins : sodium, potassium et thallium ; on voit que le sodium (poids at. 23) est inoffensif, que le potassium (poids at. 39) est dangereux à doses un peu élevées, que le thallium (poids at. 204) est vénéneux, presque aussi vénéneux que le plomb dont le poids atomique est 207. Si l'on compare le magnésium, le zinc et le cadmium, on voit que le magnésium (poids at. 24) n'est guère plus actif que le sodium, que ses sels se prescrivent en général aux mêmes doses que les sels de sodium ; on remarque au

(1) *Étude expérimentale sur les effets physiologiques des fluorures et des composés métalliques en général.* Paris, 1867, Germer Baillière.

contraire que le zinc (poids at. 65, 03) est dangereux, mais à un degré infiniment moindre que le cadmium, dont le poids atomique est 112. On pourrait citer bien d'autres exemples. Il n'y a jusqu'ici d'exceptions réelles que celles qui sont offertes par le rubidium, par les tungstates et les molybdates, qui ne sont point actifs lorsque le métal qu'ils contiennent est inoffensif. Mais on remarquera que les sels, où le tungstène et le molybdène fonctionnent comme éléments électro-positifs, n'ont pas été essayés. Par contre, des recherches, faites postérieurement à la découverte de la loi, sont venues la confirmer. Ainsi, le lithium (1) s'est dévoilé comme un métal presque inoffensif, et le palladium est beaucoup moins actif que l'or et surtout que le mercure.

Cette loi, que l'auteur appelle *loi atomique* ou *thermique*, établissant une relation entre l'activité des métaux et leurs propriétés physiques, vient affermir cette croyance qui se généralise de plus en plus depuis Lavoisier et Magendie, savoir que les phénomènes qui se passent dans l'organisme sont d'un ordre physico-chimique.

Il était intéressant de s'assurer si la loi s'appliquait aux métalloïdes. L'auteur a constaté qu'elle s'applique au groupe des métalloïdes biatomiques, oxygène, soufre, sélénium et tellure (2). Ainsi, tandis que le sulfite et l'hyposulfite, le sulfate et l'hyposulfate de sodium sont inoffensifs, le sélénite de ce métal et le séléniate de potassium sont éminemment vénéneux, et le tellurite de sodium paraît l'être encore davantage. On sait d'ailleurs que l'eau, H^2O, est indispensable à la vie ; que l'hydrogène sulfuré, H^2S, est délétère lorsqu'il est respiré, mais que l'hydrogène sélénié est un poison terrible ; Berzelius aurait failli périr pour avoir respiré quelques bulles de ce gaz. Or, les poids atomiques de l'oxygène, du soufre, du sélénium et du tellure sont respectivement 16, 32, 79,5 et 128,28.

Quant aux métalloïdes monoatomiques, fluor, chlore, brome et iode, ils suivent une loi inverse de la précédente. Cette loi a été trouvée par MM. Bouchardat et Stuart Cooper, qui ont fait voir que le chlore est plus actif que le brome, et celui-ci plus actif que l'iode. M. Rabuteau a démontré que le fluor satisfait à cette loi, car les fluorures sont les plus actifs de tous les composés des métalloïdes monoatomiques. Il a constaté toutefois que les fluorures ne sont pas aussi dangereux qu'on aurait pu se l'imaginer, car 1 gramme de fluorure de sodium ayant été injecté dans les veines d'un chien, n'a produit que des effets passagers, consistant en un mouvement fébrile très-accentué et en une salivation abondante. M. Rabuteau, ayant pris lui-même 25 centigrammes de fluorure de sodium, n'a éprouvé qu'une certaine anxiété épigastrique. Les fluorures insolubles, tels que ceux de calcium, de zinc, de plomb, sont pour ainsi dire inoffensifs. Le fluorure de baryum, sel légèrement soluble, est vénéneux, non par le fluor qu'il contient, mais par le baryum qui est un métal toxique. Le fluorure de strontium est beaucoup moins actif que le sel précédent. Les composés du fluor les plus dangereux, parmi ceux que l'auteur

(1) *Gazette hebdomadaire* du 15 mai 1868.

(2) *Comptes rendus de la Société de biologie*, août 1868.

a étudiés, sont le fluorure d'argent, et surtout l'acide fluorhydrique, ou fluorure d'hydrogène. Ces composés sont des caustiques douloureux, et la cicatrisation des parties sur lesquelles ils ont été appliqués n'a lieu qu'au bout de trois semaines.

Iodates et iodures. — L'auteur a expérimenté sur lui-même et sur les animaux. Ses recherches ont porté sur les iodates de sodium, de potassium, de rubidium, d'ammonium, de calcium, de strontium, de magnésium, de cuivre, d'argent, de mercure, de quinine, enfin sur l'acide iodique (1). Tous ces composés se métamorphosent en iodures dans l'économie ; néanmoins, à forte dose, une partie du sel s'élimine en nature. Ainsi, chez l'homme, tandis que 2gr,5 d'iodate de sodium s'éliminent complétement à l'état d'iodure, 2gr5 d'iodate de potassium s'éliminent partiellement à l'état d'iodate. Le phénomène de réduction s'opère dans la profondeur de l'organisme, car il a lieu, soit que les iodates aient été ingérés dans l'estomac, soit qu'ils aient été injectés dans le sang. Les iodates purs ne sont pas aussi dangereux qu'on pourrait le croire d'après Melsens, qui a fait quelques recherches sur l'iodate de potassium, cependant ils sont moins bien tolérés que les iodures.

A ce sujet, l'auteur a trouvé l'explication des douleurs et des vomissements remarqués parfois après l'ingestion de l'iodure de potassium. Ces accidents n'arrivent que lorsque l'iodure renferme un iodate. C'est ce qu'il a constaté cliniquement, à propos d'un iodure de sodium renfermant une certaine quantité d'iodate de ce métal, et qui déterminait des vomissements bilieux, des douleurs stomacales et de la diarrhée quelques minutes après l'ingestion. La production de ces accidents est facile à expliquer. Si l'on verse quelques gouttes d'un acide dilué dans deux solutions, l'une d'un iodure, l'autre d'un iodate, il ne se produit rien d'apréciable, mais si l'on mélange ces deux solutions, il se dépose de l'iode en grande quantité. La même réaction se produit dans toute liqueur acide, par suite dans le suc gastrique. Pour l'observer dans ce dernier liquide, on verse du suc gastrique de chien dans deux tubes ; dans l'un, on met un peu d'iodure de potassium et dans l'autre un peu d'iodate avec de l'eau d'amidon ; puis on mélange le contenu de ces tubes ; aussitôt l'amidon est coloré fortement en bleu violet. Si l'on donne à un chien un morceau de pain, puis si on lui fait avaler 1 gramme d'iodure de potassium mélangé avec 10 centigrammes d'iodate du même métal, on le voit rendre, au bout de dix à quinze minutes, le pain coloré en bleu violet. Ainsi les choses se passent dans l'estomac comme dans un verre à expérience, au contact de l'acide libre du suc gastrique. L'iode, mis en liberté, provoque des accidents en tout semblables à ceux qu'on a observés cliniquement, après l'ingestion d'un iodure renfermant un iodate, et à ceux qu'a éprouvés Orfila, après l'ingestion d'une faible quantité d'iode en nature. Le mélange d'un iodate et d'un iodure ne peut donc être toléré

(1) *Gazette hebdomadaire* du 31 janvier et du 21 février 1868.

par l'estomac, à cause de l'acidité du suc gastrique, mais un pareil mélange peut être injecté impunément dans le sang, *parce que ce liquide est alcalin.*

Absorption et élimination des iodures. — Après avoir ingéré dans l'estomac ou injecté dans le sang les iodates énumérés plus haut, M. Rabuteau a trouvé parfois que les urines présentaient les réactions de l'iode pendant plus de trois jours. Ces faits l'ont conduit à entreprendre des recherches directes sur l'élimination et sur l'absorption de divers iodures (1). Il résulte de ses recherches que : 1° l'iodure de potassium, pris à la dose de 1 gramme, se retrouve dans l'urine pendant trois jours ; 2° que le même sel pris à hautes doses (4 à 5 grammes) s'y retrouve pendant près de cinq jours et même plus, si l'usage en a été continué pendant quelque temps ; 3° que l'iodure disparaît simultanément dans l'urine et dans la salive. Les autres iodures se comportent de la même façon, mais certains d'entre eux se décomposent, c'est-à-dire changent de genre dans l'organisme. Ainsi, l'iodure de cuivre, de même que l'iodure de fer, se transforme en un iodure alcalin, et le cuivre se localise en quelque point de l'économie pour un temps plus ou moins long.

On avait nié l'absorption des pommades iodurées récemment préparées. M. Rabuteau a constaté que ces préparations, même la pommade à l'iodure de plomb, sont absorbées et qu'on trouve de l'iode dans l'urine et dans la salive lorsqu'on a soin d'évaporer 50 à 100 grammes de ces liquides avec un peu de potasse pure.

Diminution de l'urée sous l'influence de l'iodure de potassium. — L'auteur ayant pris, pendant cinq jours, 1 gramme d'iodure de potassium, a trouvé que l'urée avait diminué de près de 45 pour 100 (2). Ce fait important explique pourquoi ce sel agit avec succès dans les rhumatismes, et même dans les fièvres intermittentes, car, du moment qu'il diminue l'urée, il doit ralentir les combustions. L'iode se rapprocherait donc de l'arsenic sous ce rapport ; d'ailleurs on sait que ces deux médicaments sont employés parfois dans les mêmes maladies, par exemple dans les fièvres intermittentes et dans la phthisie. Ses bons effets dans la goutte s'expliquent par la solubilité des urates dans les iodures.

Bromates et bromures. — M. Rabuteau a expérimenté sur les bromates correspondant aux iodates étudiés précédemment, et il a vu que ces sels se réduisent beaucoup plus difficilement que les iodates dans l'organisme (3). Les bromures passent rapidement dans l'urine et dans la salive ; on peut les retrouver dans ces liquides dix minutes après leur ingestion. Leur élimination dure longtemps, car on retrouve du brome dans l'urine et dans la salive pendant trois semaines, après l'absorption de 1 gramme de bromure de potassium ou de sodium, et pendant plus d'un mois, après l'absorption de 2 grammes de ce sel pendant quelques jours. L'élimination des bromures n'avait pas encore été

(1) *Mémoires de la Société de biologie*, novembre 1868.

(2) *Gazette hebdomadaire* du 19 février 1869, et *Gazette médicale* du 10 octobre 1868.

(3) *Gazette hebdomadaire* du 24 avril 1868.

l'objet de recherches précises. Enfin, M. Rabuteau a trouvé que toutes les urines de l'homme, ou du chien, présentent les réactions du brome, lorsque après en avoir évaporé 300 à 400 grammes avec un peu de soude pure, on chauffe le résidu au rouge dans une capsule, et qu'on traite par l'acide azotique les quelques centimètres cubes d'eau de lavage du résidu calciné. Ce brome a été appelé par lui *brome normal* (1). Grange avait déjà signalé, en 1851, la présence du brome dans les urines et dans l'eau de puits, mais ses recherches étaient demeurées dans l'oubli, de sorte que M. Rabuteau a fait une véritable découverte, à laquelle il a été conduit par le hasard, au sujet de l'élimination des bromures.

Des bromures alcalins dans l'intoxication saturnine. — L'auteur, ayant guéri rapidement, avec le bromure de potassium à haute dose, un chien atteint d'intoxication saturnine aiguës, a proposé l'emploi des bromures alcalins dans cette maladie, où ils agissent comme calmants et comme éliminateurs. Des essais ont déjà été faits sur l'homme et tout récemment à l'Hôtel-Dieu. Le succès a été complet. Ce médicament agit de même dans l'intoxication chronique.

Variation de l'urée sous l'influence du bromure de potassium. — On a vu que les iodures diminuent l'urée. En est-il de même des bromures? Dans une expérience qui a duré plusieurs jours, M. Rabuteau a vu que le bromure de potassium ne produit qu'une très-faible variation en moins dans l'élimination de ce principe. L'auteur a pris 2 grammes de bromure de potassium chaque jour pendant dix jours. Il avait dosé l'urée pendant les sept jours précédents; il continua ce dosage, lorsqu'il était soumis à l'influence du médicament, puis pendant les jours suivants, jusqu'à ce qu'il ne trouvât plus dans l'urine le bromure ingéré. — Le bromure de potassium n'a manifesté aucune propriété diurétique dans l'expérience précédente (2).

Perchlorate de potassium. — Ce sel s'élimine en nature, dans l'espace de quarante-huit heures, à la dose de 5 grammes. On le retrouve rapidement dans l'urine et dans la salive. L'auteur, ayant expérimenté sur lui-même, a reconnu au perchlorate de potassium des propriétés fébrifuges, et il a guéri à l'aide de ce médicament, entièrement nouveau, un jeune homme atteint de fièvres intermittentes. Ce sel produit des effets semblables à ceux que produit le sulfate de quinine, moins les bourdonnements d'oreille. A la dose de 5 grammes, il a agi en outre comme diurétique et il n'a pas produit de variation dans la quantité d'urée éliminée. M. Rabuteau insiste sur l'emploi d'un sel d'une pureté absolue, afin que les résultats soient comparables (3).

Le *sulfate de quinine*, à la dose de 1 à 2 grammes, ne diminue pas non plus

(1) *Gazette hebdomadaire* du 15 septembre 1868.

(2) *Gazette hebdomadaire* du 19 février 1869 et *Comptes rendus de la Société de biologie*. Janvier 1869.

(3) *Gazette médicale de Paris* du 10 octobre 1868, et *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1868.

l'urée, c'est ce qui ressort d'expériences faites par l'auteur sur lui-même et sur un chien. Il a vu, chez un chien, l'urée diminuer de près de 70 pour 100, sous l'influence de l'arsénite de potassium (1).

Les *chlorates* s'éliminent totalement en nature. Ce fait était contesté, car on n'avait jamais dosé les sels éliminés. M. Rabuteau a donc comblé une lacune en opérant ce dosage au sujet du chlorate de potassium. Il n'y a guère que l'acide chlorique, ou chlorate d'hydrogène, qui semble faire exception, lorsqu'il a été ingéré dans l'estomac. Une faible quantité de cet acide paraît s'éliminer à l'état de chlorure (2).

Le *sulfate de sodium*, ayant été injecté dans les veines des chiens, aux doses de 7 et de 14 grammes, a produit la disparition de la soif et une constipation opiniâtre. Dans la dernière expérience, le sel a mis près de trois jours à s'éliminer. L'auteur fait remarquer ici que 3gr 5 de chlorure de magnésium, ayant été injectés dans les veines d'une chienne, n'ont pas produit de diarrhée. En rapprochant ces faits des recherches de Guleke, de Buchheim, et de Wagner, au sujet de l'absorption et de l'élimination de la magnésie, du sulfate de soude et du sulfate de magnésie, l'auteur a expliqué comment les purgatifs produisent la constipation et comment ils ont pu être employés parfois avec succès dans certaines diarrhées et dans le choléra. — Il vient de constater tout récemment que le phosphate de soude se comporte comme le sulfate de soude.

Les *hyposulfates de sodium et de magnésium*, qui n'avaient jamais été étudiés auparavant, s'éliminent en nature et produisent des effets analogues à ceux que déterminent les sulfates des mêmes métaux : introduits dans le sang, ils constipent ; introduits dans le tube digestif, ils produisent des effets purgatifs (3). Quant aux *sulfites* et *hyposulfites*, ils s'éliminent totalement à l'état de sulfates, s'ils sont employés à faibles doses, et partiellement en nature s'ils sont employés à doses fortes. Leur oxydation dans l'économie *commence dès le moment de leur absorption* (4).

Le *sélénite* et le *tellurite de soude* sont des poisons dangereux. Ils font mourir les animaux au milieu d'une asphyxie effroyable, et l'on retrouve dans leur sang une multitude de cristaux dont l'auteur ignore encore la nature. Le *séléniate de potassium* ayant été injecté dans les veines d'un chien, à la dose de 25 centigrammes, a fait mourir cet animal en seize heures et, dans l'intervalle, *son haleine répandait l'odeur de l'hydrogène sélénié*, ce qui prouve que le sel

(1) *Gaz. méd. de Paris*, 10 oct. 1868, et *Compt. rend. de la Soc. de biol.*, 1868.

(2) *Gazette hebdomadaire* du 6 novembre 1868, et *Mémoires de la Société de biologie* de la même année.

(3) L'auteur a recours à l'hyposulfate de soude des propriétés qui en font un purgatif très-doux et sûr à la fois. Il produit, à la dose 10 grammes, quelques selles fluides au bout de trois ou quatre heures, sans coliques ni accidents d'aucune sorte. Ce sel est donc un purgatif nouveau et qui mérite d'être étudié. Il est à peu près aussi amer que le sulfate de soude.

(4) *Mémoires de la Société de biologie*, décembre 1868.

avait subi, comme les iodates et les bromates, une réduction dans l'organisme. Enfin, au mois de janvier de cette année, l'auteur a présenté à la Société de biologie, un jeune chien chez lequel il venait d'injecter 20 centigrammes de sodium. Son haleine répandait également une forte odeur d'hydrogène sélénié, la mort arriva deux heures après l'injection.

Il était probable que les *formiates* et les *succinates* se métamorphosaient dans l'organisme en carbonates. M. Rabuteau a vérifié ce fait au sujet du formiate et du succinate de soude.

Tels sont les principaux résultats de travaux que l'auteur poursuit encore (1). On peut dire que ces recherches sont la suite de celles que Wöhler a publiées sur le passage de diverses substances dans l'urine, expériences remarquables qui ont confirmé les idées de Lavoisier sur les combustions vitales. M. Rabuteau a fait voir en outre que l'organisme agit parfois comme réducteur, ce que Wöhler n'avait pas signalé, bien qu'il eût constaté que le *ferricyanure* de potassium se transformait dans l'économie en *ferrocyanure*.

Extrait du rapport de M. Gluge, sur un mémoire de M. Édouard van Beneden, couronné au concours de 1868, en réponse à une question : *Sur la composition anatomique de l'œuf* (2).

La question posée était : *Faire connaître la composition anatomique de l'œuf dans diverses classes du règne animal, son mode de formation et la signification des diverses parties qui le constituent.*

On sait que, dans les rangs inférieurs, l'œuf se forme souvent par le concours simultané de deux glandes séparées : le germigène et le vitellogène ; l'Académie demande que, par des recherches faites dans différentes classes du règne animal, on constate l'identité de formation de l'œuf ou la diversité de composition. Un œuf, formé par une double glande, en quoi ressemble-t-il à un œuf de mammifère ou d'oiseau, et en quoi en diffère-t-il ?

L'œuf est constitué dans tout le règne animal par la vésicule germinative et ses granulations, le vitellus et sa membrane. Aucune observation microscopique, aucune analyse n'est parvenue jusqu'à présent à prouver l'existence de différences qui permettraient de distinguer l'œuf humain qui donnera naissance au mammifère le plus parfait, de celui d'un lapin, par exemple : c'est une preuve de plus, s'il en fallait encore, que nos connaissances histologiques et chimiques actuelles sont insuffisantes pour expliquer les phénomènes phy-

(1) Ainsi il vient de trouver que les azotites s'oxydent dans l'économie en se transformant en azotates. Ceux-ci s'éliminent en nature de même que les phosphates. Les pyrophostates paraissent s'éliminer à l'état de pyrophosphates, c'est-à-dire sans avoir fixé de l'eau pour passer à l'état de phosphates (*Société de biologie*, décembre 1868).

(2) *Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique*. 2me série, t. XXVI, nº 12 ; 1868, p. 507, in-8.

siologiques les plus importants ; mais un vif intérêt devait s'attacher à l'étude qui suivrait dans tous ses détails le développement de cet élément organisé, dans les différentes classes des animaux.

L'auteur du travail soumis à l'Académie décrit successivement le développement et la constitution de l'œuf, ainsi que ces premiers phénomènes chez les trématodes, les cestoïdes, les turbellariés, les nématodes, les crustacés, les oiseaux et les mammifères. Dix planches sont consacrées aux helminthes et aux crustacés, deux aux oiseaux et mammifères, et servent à faire mieux comprendre les faits observés. Chaque division du travail est précédée d'une introduction rendant compte des recherches antérieures et se termine par un résumé.

Chez les *Trémadotes*, deux glandes forment, l'une le germe, l'autre le vitellus. Le premier produit des cellules à noyau et nucléole sans membrane cellulaire : les cellules se forment aux dépens d'un protoplasma à noyaux.

Les cellules épithéliales de la glande vitellogène produisent une substance nutritive décrite sous le nom de vitellus, qui, en se réunissant avec la première vésicule, forme l'œuf dans une coque commune. Celui-ci est donc composé . 1° d'une vésicule germinative avec tache de Wagner ; 2° du protoplasma qui entoure et constitue avec elle la cellule germinative ; 3° du plasma (autrement appelé *vitellus nutritif*) (1), et 4° d'une coque, produit des cellules glandulaires de l'oviducte.

Les études et découvertes sur l'organisation et le développement des cestoïdes faites par notre savant confrère, M. Van Beneden, sont trop connues pour que je les cite en détail. C'est lui qui prouva l'existence de deux glandes différentes pour la production du germe et du vitellus. L'auteur, par ses observations, démontre l'analogie dans la composition et le développement de l'œuf ; et chez les trématodes comme chez les cestoïdes, le développement embryonnaire commence par la division de la cellule germinative.

Chez les *Nematoïdes*, il n'existe pas un double appareil, comme chez les trématodes et les cestoïdes, pour la formation des vésicules germinatives et du vitellus, mais un même tube forme, dans deux portions différentes, les deux parties constituantes de l'œuf. Il s'offre ainsi une transition naturelle aux formes observées chez les mammifères.

Après avoir passé rapidement en revue les travaux de ses devanciers jusqu'à M. Leukhart, les recherches propres de l'auteur conduisent à la proposition qu'il faut conserver, comme pour les trématodes et les cestoïdes, la division en germigène et en vitellogène. Dans la plupart des nématoïdes, l'extrémité du tube générateur produit des cellules germinatives formées d'une vésicule germinative, noyau de la cellule, et d'une couche d'un liquide visqueux et transparent. Dans une partie éloignée du tube, cette cellule germina-

(1) Il me semble que le mot *plasma* étant employé pour le sang, etc., le nom de *deutéroplasma* serait peut-être plus convenable, si l'auteur veut supprimer celui de vitellus nutritif. (Gluge.)

tive se charge d'éléments réfringents qui se déposent autour de la vésicule germinative, éléments analogues à ceux que des glandes spéciales produisent chez les trématodes et les cestoïdes. Chez le genre *Coronella*, l'auteur a même trouvé une sorte d'étranglement qui constitue une séparation nette des deux parties du tube sexuel. Peut-être l'auteur eût-il mieux fait de séparer complétement ses observations propres de celles, très-nombreuses, de ses devanciers. Schneider ayant déjà montré que l'appareil sexuel des nématoïdes naît d'une seule cellule qui devient en s'allongeant un tube, c'est le liquide contenu dans la partie ovarique du tube qui charrie des noyaux qui doivent se transformer en œufs. Mais l'auteur n'a pas pu observer directement comment ces noyaux, devenus vésicules germinatives, se multiplient. Quant au point si controversé de l'existence d'une membrane vitelline et du micropyle servant à la fécondation, l'auteur en nie formellement l'existence avant la fécondation. Ils existent seulement quand on retire l'œuf de l'utérus. La membrane vitelline se formerait aux dépens du protoplasma même, en confirmation des observations de Claparède et de Munk (1). Quant au chorion, il est, suivant l'auteur, le produit de sécrétions de l'utérus.

Chez les *Crustacés*, l'auteur examine successivement les rotateurs ou rotifères, autrefois classés parmi les infusoires avec d'autres animaux microscopiques et si connus depuis les travaux de mon illustre maître Ehrenberg; ensuite les lernées, les copépodes, les édriophthalmes et les décapodes. Le germe s'y forme soit dans une glande distincte, soit dans une partie spéciale de l'ovaire, aux dépens d'un protoplasma à noyaux qui se divise en cellules distinctes. Celles-ci, dépourvues de membranes spéciales, absorbent des éléments vitellins dans un organe particulier, le vitellogène. Le vitellus présente deux parties différentes par leur origine et leur signification : le protoplasma, partie intégrante de la cellule-œuf, et les éléments vitellins tenus en suspension dans le premier : le plasma.

Quant à la formation des vésicules de Graaf, elle se fait dans les tubes de l'ovaire indiqués déjà par Valentin et bien démontrés par Pflueger. L'auteur dit avoir pu vérifier ces derniers travaux sur l'homme, sur le chien, les marsupiaux et les édentés. Chez un kanguroo, il a étudié quelques jours après la naissance le développement des follicules de Graaf. Les tubes paraissaient se diviser par des cloisons naissantes et présentaient un étranglement de manière que celui-ci marquait le commencement de la délimitation de l'œuf. Cette observation est appuyée d'un dessin curieux provenant de l'ovaire du kanguroo. L'auteur nie donc formellement, ici comme pour tous les mammifères, l'existence d'une cellule-mère donnant naissance aux œufs telle qu'elle a été indiquée par Pflueger. L'œuf se développe, comme chez les autres animaux, par la formation du protoplasma autour des noyaux qui deviennent les vésicules germinatives. Car chez le kanguroo il a trouvé le pro-

(1) Voyez sur ce point : Ch. Robin, Des phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la fécondation (*Journal de la physiologie*. Paris, 1862, in-8, p. 73).

toplasma fondamental à noyaux, qui remplit la partie terminale du tube, se continuant directement avec une chaîne d'œufs Cette chaîne correspond à la chaîne d'œufs portés sur un rachis commun, observé chez beaucoup d'helminthes. Pour étudier la multiplication des œufs dans l'intérieur des follicules, l'auteur a fait des coupes traitées avec une solution de chromate de potasse, et il a reconnu que la vésicule germinative se multiplie non par division, mais par formation endogène, pendant que le contenu de la cellule se multiplie par division. L'auteur a vu distinctement, par exemple dans un follicule, deux vésicules séparées, mais rapprochées l'une de l'autre, pendant que le vitellus commun commence à se diviser. C'est une explication différente du fait important déjà observé précédemment. M. Klebs, par exemple, admet la multiplication des œufs par division. Il a vu des nucléoles doubles, des noyaux séparés par une cloison et des ovules enfermées dans une capsule commune. Mais si l'on veut admettre l'exactitude de l'observation de l'auteur du mémoire, serait-il juste de conserver le nom de vésicule germinative à la cellule primitive qui devient cellule-mère par la formation endogène ? Je doute également que la théorie de l'auteur sur le développement des membranes de l'œuf des mammifères, zone pellucide et membrane vitelline, soit généralement admise. En résumé, l'auteur admet que l'œuf des mammifères est constitué par le corpuscule de Wagner, la vésicule de Purkinje, le vitellus qu'il divise en protoplasma et plasma ; le dernier en suspension dans le premier, une membrane mince vitelline (1) et la zone transparente ou chorion.

L'auteur, dans une deuxième partie, examine les analogies et les différences que les œufs présentent dans les différentes classes. Contrairement à l'opinion généralement admise, d'après l'auteur l'œuf n'est pas identique dans les différentes classes des animaux, si l'on considère comme parties essentielles les différentes parties du vitellus et les membranes, le plasma, vitellus nutritif, étant variable par sa constitution et son origine, et pouvant même manquer, comme dans le genre *Cucullanus*. Quant aux membranes, tantôt il en existe une seule, la membrane vitelline, tantôt deux, celle-ci et un chorion, d'autres fois un chorion seulement.

Dans une troisième division du mémoire, l'auteur étudie la signification de l'œuf. L'œuf est-il une simple cellule, ou chez quelques animaux est-il cellule, chez d'autres un composé de cellules? Dans tout œuf, dit l'auteur, qu'il soit de mammifère, d'oiseau, de crustacé ou de trématode, nous trouvons une cellule protoplasmatique dont la vésicule germinative est le noyau, le corpuscule de Wagner le nucléole. Cette cellule, que nous avons appelée le germe de la cellule-œuf, que l'on peut considérer comme la première cellule embryonnaire, se forme partout de la même manière, présente toujours les mêmes caractères et donne naissance en se divisant aux premières cellules embryonnaires.

(1) Elle a été indiquée déjà en 1835 par Valentin, et ensuite par d'autres, et contestée dans les travaux de Bischoff, dès 1842 (Gluge).

Mais le vitellus est formé de deux parties, le protoplasma et le plasma (vitellus de développement et vitellus de nutrition des auteurs). Rappelons ici que Purkinje avait déjà constaté deux substances dans le vitellus.

L'auteur considère le plasma comme une partie accessoire du vitellus qui tantôt est formé par l'œuf même, tantôt par des glandes spéciales, tantôt constitué par des cellules, d'autres fois par des granules. En conséquence, l'auteur transforme la proposition que tout œuf est une cellule en celle-ci : Dans tout œuf existe une cellule-œuf, un germe qui est la première cellule de l'embryon.

Remarques. — Ajoutons qu'en parcourant l'histoire du développement de l'œuf, telle que l'auteur l'a donnée, on se convaincra facilement de l'unité de la loi d'après laquelle se développent les cellules de l'organisme à l'état normal comme à l'état morbide, et que l'œuf ne fait pas exception à cette règle établie depuis trente ans (1), et toujours méconnue, que la membrane n'est pas indispensable pour constituer une cellule, que nucléole et noyau, seuls ou ensemble, et les substances différentiées qui les entourent, constituent l'élément organisé appelé cellule, capable de vivre, c'est-à-dire de se nourrir, de se transformer et même de se mouvoir, selon les causes qui agissent sur lui et selon sa constitution.

Je dirai à cette occasion que, dans ma conviction, la possibilité de formation de cellules dans un blastême libre sera un jour de nouveau généralement admise (2). Dernièrement, dans l'embarras d'expliquer tous les cas de formation des cellules (globules) du pus, on a cru voir l'émigration des leucocytes des vaisseaux sur un mésentère de grenouille, empoisonnée avec le curare.

J'ai répété cette expérience, et je n'ai jamais réussi à voir ce phénomène, qui n'existe pas si les vaisseaux sont intacts. Les globules blancs du sang n'émigrent pas pour constituer un abcès ; ils se formaient dans un plasma exsudé, au moins dans les cas observés par moi, quand j'ai voulu me rendre compte de la réalité de la formation endogène des cellules de pus, admise par une théorie hasardée.

(1) « Bei vielen Zellen aber kommt es gar nicht zur Entwickelung einer evidenten Zellenmembran.... » Schwann, *Microscopische Untersuchungen*. Berlin, 1839, p. 209.

(2) Voyez en particulier, sur ce sujet, les remarques de Schwann. *La formation de l'œuf et la théorie cellulaire* (*Revue des cours scientifiques*. Paris, 1869. In-4°, p. 208, et *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1868).

Interprétation des phénomènes électriques par des modifications chimiques des muscles et des nerfs, par le docteur L. Hermann. — Réponse de M. le professeur Du Bois-Reymond.

Analyse par M. Onimus.

Les recherches de M. le docteur Hermann sur la composition chimique des muscles et sur les modifications chimiques qu'éprouve la fibre musculaire pendant la contraction (1) l'ont amené à donner des phénomènes électriques qui ont lieu dans les nerfs et dans les muscles, une interprétation qui repose uniquement sur les changements chimiques qui ont lieu dans ces tissus. Nous allons indiquer les éléments principaux de cette question.

M. Hermann admet que le muscle à l'état normal contient constamment une provision d'une certaine substance azotée, très-complexe, dissoute dans le contenu du muscle (plasma musculaire). Cette substance, appelée inogène, peut se décomposer et former de nouveaux produits, qui sont entre autres : l'acide carbonique, l'acide sarcolactique et un corps albuminoïde, qui se sépare d'abord sous forme gélatineuse et qui plus tard devient solide et constitue la myosine. Cette décomposition de l'inogène, ou cette scission, selon l'expression de M. Hermann, a lieu spontanément mais très-lentement à l'état de repos, elle se fait tout à coup sous l'influence d'excitants de la contractilité musculaire. L'état actif du muscle est dû précisément à cette scission rapide de l'inogène, et une fois que cette substance est épuisée, aucune activité musculaire n'est plus possible.

Cette substance n'a pas encore été isolée, parce que la moindre manipulation chimique la décompose. Au point de vue de sa composition, elle peut être placée à côté de l'hémoglobuline, car ce n'est qu'en se décomposant qu'elles donnent toutes deux une substance albuminoïde.

Dans les nerfs il y aurait une substance analogue qui se décomposerait également très-rapidement, mais sans donner lieu à la formation de myosine.

Étant données ces considérations chimiques, M. Hermann pose les deux principes suivantes :

1° Si dans une fibre nerveuse ou musculaire, il y a des points où la décomposition de cette substance fondamentale se fait plus rapidement qu'en d'autres points, les premiers possèdent par rapport à ces derniers une électricité négative, et les courants seront d'autant plus forts que la différence de décomposition est plus grande.

2° La décomposition, qui a lieu dans les nerfs et dans les muscles, est

(1) *Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln*, Berlin, 1867, et *Grundriss der Physiologie des Menschen*. Berlin, 1867, 2e édition. (Voyez aussi dans ce recueil, année 1868, p. 204 : L. Hermann, *Recherches sur les modifications des muscles basées sur les échanges gazeux qu'ils présentent.*)

d'autant plus lente, pendant l'état actif de ces tissus, qu'elle est plus rapide pendant leur état de repos.

La première proposition sert à expliquer pourquoi il se forme des courants électriques entre la surface horizontale d'un nerf ou d'un muscle, et la surface transversale artificielle, car la partie dénudée et exposée à l'air offre une vitesse de décomposition plus grande que la partie intacte ; aussi la section transversale est-elle négative par rapport à la section longitudinale qui est positive.

On peut de même expliquer les courants plus faibles entre deux points non symétriques de la section longitudinale, car le point le plus rapproché de la section transversale subit le premier la décomposition de l'inogène.

Dans une section transversale oblique, M. Du Bois-Reymond a trouvé que l'angle aigu était négatif par rapport à l'angle obtus, et cela s'expliquerait, dans la théorie de M. Hermann, parce que du côté de l'angle aigu, il y a une plus grande masse musculaire qui subit plus rapidement la décomposition de l'inogène.

Enfin, pour les muscles intacts, lorsqu'on obtient un courant électrique, cela serait dû à une décomposition plus grande, pour une cause quelconque, en un point de ce muscle, qui serait toujours électrisé négativement. La cause la plus ordinaire de cette décomposition est la dénudation ; car les mucles, selon M. Hermann, ne donneraient aucun courant lorsque la peau est intacte.

Ordinairement la partie la moins épaisse d'un muscle fusiforme est négative par rapport à la partie plus épaisse ; car dans la partie la plus mince, toutes les fibres musculaires éprouvent plus rapidement l'influence nuisible de la dénudation. Ainsi, lorsque chez une grenouille, on enlève toute la peau d'une jambe, les muscles du mollet, qui sont moins gros que ceux de la cuisse, sont négatifs par rapport à ces derniers.

La seconde proposition explique pourquoi la contraction d'un muscle ou pendant l'activité d'un nerf, le courant diminue et même indique une déviation négative.

D'un autre côté, les mêmes faits peuvent servir à expliquer l'état électrotonique du nerf, car la vitesse de décomposition est plus rapide près du pôle négatif et dans son voisinage que près du pôle positif, et c'est pour cette raison, que les courants préexistants reçoivent une augmentation d'intensité quand le courant polarisant est dirigé dans le même sens.

Rappelons-nous bien ce que dit M. Hermann, que l'activité du muscle ou du nerf tient à la décomposition de l'inogène pour le muscle, et d'une substance analogue pour le nerf. Le mot décomposition est peut-être mal choisi, car il semble entraîner l'idée d'une altération, mais ici ce mot ne signifie qu'une décombinaison physiologique qui est une transformation chimique inhérente à la fonction. Donc, non-seulement la fonction entraîne forcément cette décombinaison, mais cette décombinaison, lorsqu'elle se fait par une cause quelconque, entraîne la fonction.

Dans l'état électro-tonique, M. Pflüger a constaté que l'excitabilité était plus

grande près du pôle négatif et qu'elle était considérablement affaiblie près du pôle positif; or, comme d'après M. Hermann, on admet que c'est au pôle négatif que la décomposition est la plus rapide, il y aurait une relation étroite entre l'excitabilité et cette scission. C'est pour la même raison, que l'excitabilité est plus grande près de la surface transversale d'un nerf ou d'un muscle. Il y aurait donc excitation du nerf chaque fois que la décomposition se fait plus rapidement que l'instant d'avant, et la transmission de l'influx nerveux des centres aux muscles consisterait dans une accélération instantanée de cette décomposition le long du nerf.

Certes, cette théorie est ingénieuse, et elle offre à nos yeux un grand mérite, c'est qu'elle cherche à introduire en physiologie la recherche des modifications chimiques qui se font pendant l'état de repos et pendant l'état d'activité fonctionnelle; mais comme le lui reproche M. Du Bois-Reymond, elle est hypothétique et n'a été faite que pour expliquer les faits.

Sans nous étendre longuement sur les objections de M. Du Bois-Reymond (1), nous en citerons les principales, dans lesquelles l'illustre physiologiste montre les contradictions de son adversaire. Il ne croit pas que l'on puisse expliquer, avec la théorie de M. Hermann, pourquoi les muscles plus gros donnent des courants électriques plus forts que des muscles plus minces, car la relation est la même dans les deux cas, entre la décomposition de l'inogène en un point et son maintien en un autre point.

D'un autre côté, ce n'est pas seulement la section transversale artificielle du muscle qui est négative par rapport à la surface longitudinale, c'est également la section transversale naturelle représentée par le tendon et dans ce cas il n'y a pas l'action directe de l'air. Et cependant une membrane épaisse comme celle que forme le tendon devrait être plus protectrice que celle que forme la membrane mince qui recouvre la surface longitudinale du muscle. De plus, M. Du Bois-Reymond a fait des expériences à ce point de vue. Il fait plusieurs sections transversales à des espaces de temps différents et en se raprochant de l'équateur. Si le contact de l'air et par suite la décomposition de l'inogène est la cause des phénomènes électriques, il devrait trouver des différences dans les courants électriques qui se produisent, puisque la vitesse de décomposition n'est pas identique ; or l'expérience ne confirme nullement ces données. Pour les muscles de la jambe, M. Hermann admet que les muscles du mollet meurent avant ceux de la cuisse, mais rien ne le prouve et au contraire le muscle gastrocnémien est celui de tous les muscles qui conservent le plus longtemps ses propriétés vitales.

M. Hermann pose encore un fait général, que pour les muscles intacts, l'extrémité la plus mince se comporte négativement vis-à-vis de la plus grosse. Mais pour le muscle couturier, par exemple, l'extrémité inférieure est positive

(1) *Extrait du rapport mensuel de l'Académie royale des sciences de Berlin*, 8 octobre 1867.

par rapport à l'extrémité supérieure, qui est plus large. Il en est de même du demi-membraneux, dont l'extrémité la moins volumineuse est positive.

C'est surtout dans les courants d'inclinaison que M. Du Bois-Reymond trouve ses meilleurs arguments. M. Hermann prétend que la décomposition se fait plus vite à l'angle aigu d'une coupe transversale oblique. Il a d'ailleurs prouvé, au moyen du papier de tournesol, que le muscle devenait acide plus rapidement à l'angle aigu, et ce fait a été vérifié par M. Du Bois-Reymond, mais si par une disposition particulière on peut rendre d'un instant à l'autre la coupe transversale droite ou oblique, les courants se modifient aussitôt; dans la théorie de M. Hermann, puisqu'une partie du muscle est plus altérée, les courants devraient persister quelle que soit la forme de la section. De plus, une coupe transversale droite est toujours plus négative qu'une coupe transversale oblique, et c'est le contraire qui devrait avoir lieu dans la théorie de M. Hermann, puisque la surface exposée à l'air est plus grande.

Enfin, il est erroné d'admettre que l'on ne peut obtenir de courants électriques dans des membres non dénudés, car M. Du Bois-Reymond les a constatés chez des grenouilles vivantes et intactes, en écartant les influences qui affaiblissent la couche parélectro-tonique, et dans ces cas les courants sont les mêmes qu'après la dénudation; celle-ci ne fait que les rendre plus intenses.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

SUR

LE TISSU ADÉNOÏDE DE LA PARTIE NASALE DU PHARYNX DE L'HOMME

Par M. le docteur LUSCHKA,
Professeur d'anatomie à l'Université de Tübingen.

Depuis que la partie nasale du pharynx de l'homme vivant s'est ouverte à l'observation oculaire, une connaissance exacte de l'état normal des parois de la cavité pharyngo-nasale est devenue indispensable. Non-seulement jusqu'ici cette connaissance était fort incomplète, mais on ne pouvait même établir d'accord entre les diverses opinions, surtout pour ce qui regarde les rapports de texture. La configuration générale de la surface supérieure de la voûte du pharynx elle-même, dans la plupart des traités et manuels d'anatomie, n'est pas du tout examinée ou l'est très-insuffisamment; on se contente de répéter après Rosenmüller que derrière l'orifice pharyngien de la trompe d'Eustache, la muqueuse s'excave plus ou moins profondément.

Vu le peu d'accessibilité de cette région, il n'y a pas lieu de s'étonner qu'on ne connaisse que peu de faits relatifs à ses modifications pathologiques. Dans certaines maladies qui, comme la diphthérite, s'étendent si facilement des tissus de l'arrière-bouche à ceux des fosses nasales, il est fort présumable que la substance adénoïde de la voûte du pharynx n'est pas moins attaquée que celle des amygdales. Pour la recherche de tels rapports, il faut une méthode permettant une exploration complète de la voûte du pharynx, mise à nu, sans trop grande mutilation du cadavre que le praticien n'a pas toujours entièrement à sa disposition. Le procédé le plus expéditif et endommageant le moins le cadavre est, à mon avis, le suivant :

On réunit par une incision pratiquée sous la mâchoire les deux lobules des oreilles; on éloigne du maxillaire inférieur les parties molles, puis on sépare les tissus formant le plancher

de la cavité buccale et on les enlève avec le palais et les segments adjacents de la cloison des fosses nasales, après désarticulation de la mâchoire inférieure (1).

Le côté interne de la voûte du pharynx ainsi mis à nu est le plus souvent recouvert d'un mucus glutineux, qu'il faut enlever

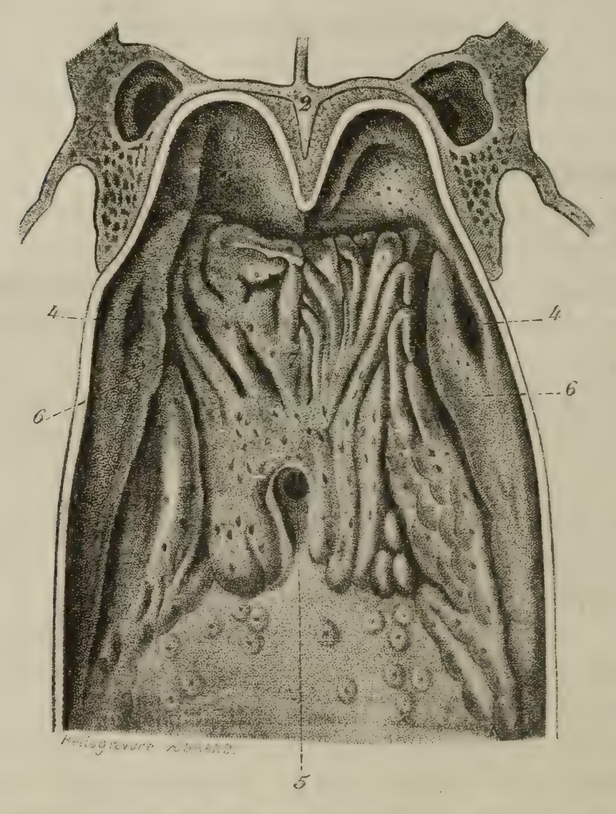


Fig. 1. — Paroi postérieure de la partie supérieure du pharynx de l'homme, vue d'avant en arrière, sur une coupe pratiquée transversalement. Dessin plus grand que nature de moitié environ, d'après Luschka.

1,1. Apophyses ptérygoïdes. — 2. Coupe du vomer. — 3,3. Partie terminale de la voûte des fosses nasales. — 4. Orifice pharyngien de la trompe d'Eustache. — 5. Orifice de la bourse pharyngienne (*Bursa pharyngea*). — 6. *Recessus pharyngeus*. — 7. Plis médians déterminés par la substance adénoïde de la portion nasale du pharynx.

pour avoir une vraie notion de la nature des tissus. Quoique déjà l'on remarque l'inégalité d'une surface grise ou brun-rougeâtre,

(1) Hubert von Luschka, *Der Schlundkopf des Menschen*. Tübingen, 1868, grand in-4°, p. 4 et suiv, pl. I à XII.

ce n'est qu'après avoir obtenu un durcissement par un séjour assez prolongé dans l'alcool ou l'acide chromique étendu, qu'ayant examiné dans tous ses détails les particularités des formes extérieures, on peut apprécier exactement l'état frais.

C'est par ces préparations qu'on peut distinguer la nette limite qui sépare l'extrémité unie du toit de la cavité nasale de la voûte du pharynx. Le plus souvent cette séparation a lieu par un sillon distinct, derrière lequel la substance de la voûte du pharynx s'abaisse, dépassant le toit de la cavité nasale d'une quantité variable dont le maximum atteint 4 millimètres et demi ; une sorte de rempart forme ainsi la séparation de ces deux cavités voisines. La substance adénoïde de la partie nasale du pharynx s'étend sous un aspect uniforme jusqu'au niveau du bord du grand trou occipital, elle descend même jusqu'à la région de l'arc antérieur de l'atlas où elle se termine, tantôt sous forme de ligne brisée irrégulière faisant plus ou moins saillie sur les parties voisines, tantôt, se résolvant en follicules isolés, elle se confond insensiblement avec ces parties.

Des deux côtés, la substance adénoïde s'étend vers l'orifice de la trompe d'Eustache et forme avec la partie postérieure renflée de sa circonférence une scissure plus ou moins profonde, *recessus, seu lacuna pharyngis* ou *fosse de Rosenmüller* (fig. 1, n° 6), qui en haut rejoint l'espèce de rempart dont nous avons parlé, et en bas se continue avec le sillon formé par la rencontre des parois postérieures et latérales du pharynx.

Ce *recessus pharyngis* provenant de la saillie de la trompe d'Eustache, dans la cavité du pharynx, — le maximum de sa profondeur, qui va diminuant successivement en haut comme en bas, ne dépassant pas d'ailleurs 1 centimètre et demi, — répond à la longueur de la portion du cartilage de la trompe recouverte par la muqueuse du pharynx. Fréquemment ce retrait ne reste pas ininterrompu dans toute sa longueur, il est coupé de ponts formés par la muqueuse et réunissant la paroi postérieure de la partie nasale du pharynx au renflement avoisinant l'orifice pharyngien de la trompe d'Eustache qui lui fait face. Plus ces jonctions sont nombreuses, plus le tissu adénoïde recouvre cette

portion de la circonférence de la trompe dont le poli disparaît; il n'y a plus de limite nette des parties voisines et le *recessus pharyngis* peut complétement manquer.

Même dans les conditions normales, la surface libre de la partie nasale du pharynx, s'étendant entre les orifices des deux trompes d'Eustache et descendant de l'extrémité du toit des cavités nasales jusqu'au bord antérieur du grand trou occipal, n'offre pas toujours le même aspect. Chez le plus petit nombre de cadavres, on voit la surface délicatement creusée de fentes profondes à direction longitudinale, formant ainsi des feuillets séparés par ces fentes ou des lignes saillantes, qui se réunissent en partie par la formation d'une sorte de réseau. Le plus souvent on voit une surface mamelonnée interrompue de courtes scissures, souvent irrégulières, de nombre et de positions variés. Que l'on ait affaire à l'un ou à l'autre type, les surfaces libres aussi bien que celle avoisinant les fentes, sont hérissées d'innombrables nodosités blanches, à peine de la grosseur d'une graine de pavot : ce sont les follicules de la substance adénoïde offrant un fin aspect glanduleux (fig. 1). On remarque en outre une grande quantité de pores ronds formés en partie par les follicules isolés de la muqueuse excavée, en partie et principalement par les embouchures d'autant de glandes acineuses.

Presque toujours un orifice plus considérable se remarque dans la région du tissu adénoïde et est situé à la limite inférieure de sa ligne médiane (fig. 2, n° 5). Il est tantôt circulaire et son diamètre est celui d'une tête d'épingle, tantôt il paraît plus grand et n'est souvent limité qu'en haut par un bord plus ou moins dessiné. Cette ouverture représente l'entrée d'un appendice de la voûte du pharynx, en forme de poche, oblong, ayant au maximum 1 centimètre et demi de longueur et 6 millimètres de largeur, qui, réuni par une couche de tissu cellulaire lâche à la substance adénoïde, s'élève derrière elle vers le corps de l'os occipital où il se termine par une extrémité amincie, parfois pointue, pénétrant l'enveloppe externe fibreuse de cet os. A sa partie postérieure, cette poche est ordinairement enveloppée immédiatement de glandes acineuses, parfois ses côtés

sont entourés d'un muscle qui naît par un tendon aplati du tissu fibreux de la surface inférieure de l'apophyse basilaire. Ce muscle qui n'existe qu'exceptionnellement peut être considéré comme le faisceau supérieur du muscle céphalo-pharyngien, faisceau entourant en forme de lien à nœud les parties latérales de la voûte du pharynx ; l'extrémité latérale du muscle céphalo-pharyngien s'é-

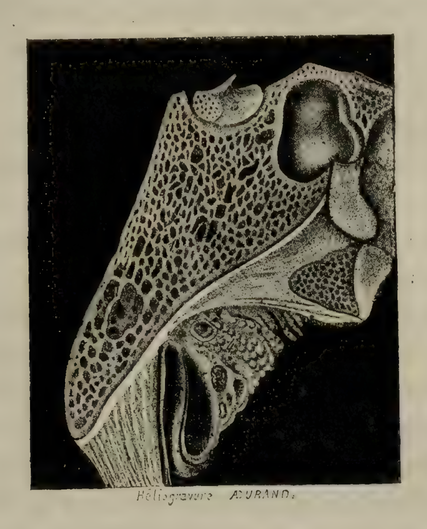


Fig. 2. — Coupe antéro-postérieure de la voûte du pharynx. Dessin de grandeur naturelle, d'après Luschka.

1. Coupe de l'apophyse basilaire ou corps de l'occipital. — 2. Corps du sphénoïde.— 3. Glande pituitaire. — 4. Substance adénoïde de la voûte du pharynx derrière laquelle se voit la *bourse pharyngienne* (5).

lève en dedans de la trompe d'Eustache, vers la racine de la lame interne de l'apophyse ptérygoïde. C'est vraisemblablement chez certains mammifères pourvus de cet appendice de la voûte du pharynx que F. J. C. Mayer l'a observé pour la première fois ; et il lui a donné le nom de *bourse pharyngienne*. On remarque souvent sur la face externe du corps de l'os occipital, en avant du tubercule pharyngien, une fossette répondant à l'extrémité supérieure de l'appendice, et qui sur un crâne de Buschweib, que j'ai sous les yeux, a quelques millimètres de profondeur et se prolonge antérieurement sous forme de gouttière. T. H. Tourtual a aussi observé sur les crânes d'un Buschmann (Boschisman) et d'un Cafre

le développement exceptionnel de cette fossette, empreinte de la bourse pharyngienne.

La paroi de la bourse pharyngienne (fig. 2, n° 5) formée surtout de substance adénoïde a une épaisseur variant de 1/2 millimètre à 1 millimètre et demi; sa muqueuse n'est généralement pas unie, mais pourvue de saillies tuberculeuses irrégulières et plissée de plis longitudinaux. Il arrive parfois que l'extrémité supérieure amincie s'étrangle et se transforme en un kyste. Dans un cas que j'eus occasion d'observer, cet étranglement se répétant plusieurs fois donnait à la bourse pharyngienne un aspect noueux. Cette modification rappelle l'oblitération irrégulièrement interrompue de la tunique vaginale du péritoine pouvant produire l'hydrocèle cystique du cordon spermatique ; elle rappelle aussi les boursouflements du ligament médian de la vessie, reste accru de l'ouraque et dont normalement une portion est libre dans une certaine longueur. Il n'est pas douteux que cet appendice du pharynx ne soit qu'un reste fœtal sans importance fonctionnelle, ce qu'indiquent aussi la possibilité de son absence aussi bien que la variabilité de ses dimensions. Depuis que s'est confirmée l'hypothèse de Rathke : que le lobe glanduleux du corps pituitaire provenait essentiellement d'un étranglement de la muqueuse de l'arrière-bouche, on peut d'autant moins repousser notre hypothèse du rapport génétique de la bourse pharyngienne au corps pituitaire, que j'ai démontré (*Le corps pituitaire et la glande coccygienne.* Berlin, 1860, in-4°, pl. I et II) l'existence chez le fœtus de cette excavation qui se développe plus tard par la croissance. Par là se trouve résolue négativement la question posée par Tourtual : celle de savoir s'il y avait quelque rapport entre la bourse pharyngienne et le développement de la cavité de l'os sphénoïde.

Les avis des anatomistes sur la *structure de la paroi de la voûte du pharynx* sont partagés : les uns admettant, les autres niant la présence d'une substance glanduleuse conglobée. Tandis que Kœlliker d'accord avec Lacauchie trouve à l'endroit où le pharynx s'attache à la base du crâne une masse glanduleuse, ayant la structure des amygdales, Henle affirme n'avoir que rarement trouvé à la partie supérieure du pharynx de petites dépressions aplaties, d'un aspect

analogue à celui que présentent les follicules de l'intestin quand ils ont été détruits. Mais ce savant n'a pu trouver de substance glanduleuse conglobée, ni dans la paroi de ces dépressions, ni autour des excavations propres à la voûte du pharynx.

En présence de cette controverse d'illustres anatomistes sur un objet aussi important et considérant les formes variables sous lesquelles se produit cette substance dans les diverses régions du corps, j'ai cru devoir étendre mes recherches à un grand nombre de cadavres provenant d'individus d'âges différents. Toujours j'arrivai au même résultat en opposition complète avec l'opinion de Henle, toujours je trouvai une forte masse glanduleuse conglobée, atteignant une épaisseur maximum de 8 millimètres, et s'étendant entre les orifices des trompes d'Eustache, sur une longueur moyenne de 3 centimètres, à partir de l'extrémité postérieure du toit de la cavité nasale. La substance glanduleuse, molle et spongieuse, est si étroitement unie avec le tissu solide cartilagineux qui réunit le pharynx à la base du crâne, qu'il est presque impossible de les séparer distinctement. On ne peut non plus isoler la muqueuse dont le tissu se perd sans interruption dans la substance connective réticulaire, et elle est, jusque près de la surface, tellement infiltrée de cellules semblables à des corpuscules lymphatiques, qu'elle semble n'être qu'une mince surface limitante, surmontée de papilles plates à peine indiquées et garnie de cellules vibratiles allongées.

La plus grande partie du tissu glanduleux est formée : ou de feuillets séparés par des fentes profondes, ou de poches arrondies plus ou moins distinctes dont les parois épaisses de 1 millimètre, en moyenne, embrassent des cavités revêtues d'épithélium vibratile dans lesquelles la muqueuse se prolonge par des ouvertures relativement étroites (fig. 3). Ces poches arrondies produites par la pénétration de la muqueuse et atteignant jusqu'à la grosseur d'un pois, sont en partie séparées par de minces couches de tissu connectif ordinaire fibrillaire, ce qui les rend en quelque sorte isolables; en partie surtout vers la surface aussi elles se perdent les unes dans les autres sans interruption, de sorte que la substance glanduleuse conglobée de leur paroi paraît continue

et pénétrée d'un système irrégulier de cavités se terminant par de nombreuses embouchures à la surface libre de la muqueuse. Dans l'une et l'autre disposition, on a toujours un système de minces cordons, unis entre eux en forme de réseau, réseau dans les mailles duquel se trouvent des éléments semblables aux corpuscules lymphatiques et en telle abondance qu'ils cachent tout le reste.

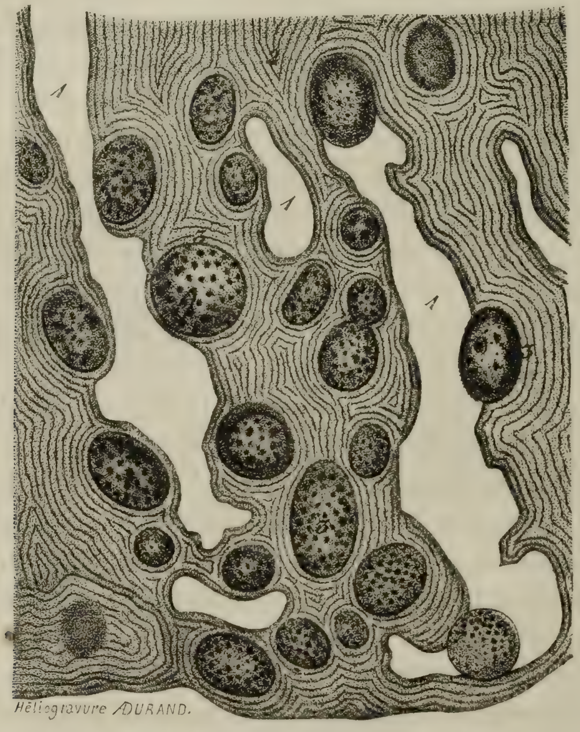


FIG. 3. — Substance adénoïde de la voûte du pharynx, tranchée perpendiculairement à la surface de la coupe représentée dans la figure précédente. Grossie environ vingt-cinq fois, d'après Luschka.

1,1. Coupe des fentes ou poches limitées par la muqueuse. — 2. Trame des parois des poches ou fentes précédentes. — 3,3,3. — Follicules glandulaires enclavés dans les parois précédentes.

Dans cette substance ainsi constituée que l'on peut, comme la substance analogue des appareils lymphatiques, nommer d'après *His* : « tissu adénoïde », ou avec *Henle* : « substance glanduleuse conglobée », se trouvent de petites nodosités de même nature, identiques sous tous les rapports avec les follicules solitaires de l'intestin. Ces nodosités en quantité variable, mais ne faisant

jamais défaut, sont plus molles que le reste de la substance et s'en distinguent à l'état frais par une couleur blanchâtre. Leur grosseur est variable, normalement elle ne dépasse guères celle d'une graine de pavot; mais sous une influence anormale, l'accroissement de grosseur peut être assez grand. Elles se voient déjà à la surface de la voûte du pharynx intact et si elles sont assez nombreuses elles lui donnent une apparence granuleuse. Par une coupe d'une préparation durcie qui montre plus clairement la séparation des poches isolées, on voit facilement la disposition de ces nodosités dans les parois des poches ainsi que la proéminence d'un certain nombre vers les cavités de ces dernières où ils avancent plus ou moins profondément sous forme d'éminences arrondies.

Comme les glandes solitaires de l'intestin, ces nodosités ne sont que pour l'œil nu nettement séparées des tissus environnants. Elles ne semblent en effet dans leur étendue que reliées au réseau cellulaire par quelques épaississements de ce tissu. Mais leur tissu fondamental est ainsi que celui des parties voisines un réticulum continu avec les portions ambiantes, et qui est d'autant plus délicat qu'il embrasse de plus vastes mailles et s'approche davantage du centre. Vers le milieu, le réticulum se perd même le plus souvent entièrement, de telle façon qu'il se produit une sorte d'espace central commun.

En général, les petits vaisseaux soutenus par le réseau ne s'étendent que jusqu'où atteint la trame, de sorte qu'ils s'infléchissent vers le centre et sont le plus souvent sinueux; il arrive cependant quelquefois que les capillaires, unis entre eux sous forme de réseau, pénètrent l'espace laissé libre par le réticulum. Ce réseau consiste en colonnettes plus ou moins grosses, en partie en continuation avec la tunique externe des vaisseaux, et dont l'on ne distingue le rapport que dans les préparations durcies dans l'alcool absolu ; un certain nombre de ces colonnettes se réunit en formant un nœud parfois dilaté. Tout en reconnaissant que des filaments du tissu cellulaire sont l'élément constitutif principal de ces nodosités, il faut aussi remarquer qu'il entre dans leur formation des éléments cellulaires dont les prolongements pénètrent la trame du réticulum.

Je ne puis quant à présent me prononcer sur la disposition primitive du réticulum de la substance adénoïde du pharynx et dire si elle représente, ou jusqu'à quel point elle représente un pur réseau cellulaire, ainsi qu'il semble résulter pour les glandes lymphatiques d'après les récentes recherches embryologiques de *E. Sertoli*, sur le développement de ces organes.

Le réticulum des follicules dans les parois des poches glanduleuses du pharynx est infiltré d'éléments qui, par leur grandeur, leur forme, leurs réactions ressemblent aux corpuscules de la lymphe. Leur accroissement exagéré peut, s'il coincïde avec la disparition de la charpente fibreuse, donner lieu à la production de poches d'une plus grande étendue dont le contenu, tantôt offre la consistance et la couleur d'une substance caséeuse, tantôt éprouve une dégénération colloïde. La disparition de la substance glanduleuse conglobée est fréquemment liée avec l'érosion de la muqueuse, ce qui a pour conséquence la formation de cavités pouvant atteindre une grandeur et une profondeur variables. Ce n'est pas seulement à cette métamorphose et à d'autres analogues que le tissu adénoïde de la partie nasale du pharynx doit son important intérêt pratique, mais aussi à ce que, par son développement excessif, il peut donner lieu à la production d'une espèce particulière de polype de l'arrière-bouche (1).

(1) Voyez aussi H. von Luschka, *Das adenoïde Gewebe der Pars nasalis des menschlichen Schlundkopfes* (*Archiv für mikroskopische Anatomie*, 1868, in-8°, vol. IV, pl. I).

NOTE
SUR LA MUQUEUSE DE LA VOUTE DU PHARYNX

Par M. Ch. ROBIN

L'importance des résultats contenus dans le travail de M. Luschka qu'on vient de lire m'engage à indiquer ici des recherches de même ordre, quoique moins approfondies, telles que je les ai résumées il y a déjà plusieurs années (*Dictionnaire de médecine* dit de Nysten. Onzième édition, par Littré et Robin, 1855, art. *Pharynx*, et éditions suivantes).

La voûte ou partie supérieure du pharynx, dite aussi partie *basilaire* du pharynx, représente une espèce de cavité cubique, qui est rétrécie par une membrane muqueuse d'un aspect entièrement différent de celui de la muqueuse du reste du pharynx (Lorain). Elle en diffère : 1° par sa couleur, parce que cette muqueuse est plus foncée, plus rouge, étant plus riche en vaisseaux ; 2° par l'aspect de sa surface, qui, au lieu d'être unie, est anfractueuse et forme des espèces de circonvolutions régulières.

Cette disposition existe dans toute l'étendue de cette surface, comprise : 1° entre la ligne d'insertion du pharynx vertical (paroi postérieure) et la partie postérieure du vomer, et 2° latéralement entre les sillons profonds des trompes d'Eustache, ayant 2 centimètres de long sur 1 centimètre et demi de large environ. Si l'on verse sur cette muqueuse un filet d'eau, on voit qu'elle a un aspect tomenteux, plissé, dû à ce que cette muqueuse est disposée en sillons, qui lui donnent son apparence boursouflée, les sillons sont profonds et se dirigent d'avant en arrière, dans toute la longueur de cet espace, au nombre de quatre de chaque côté.

Un sillon médian plus profond (3 à 4 millimètres de profondeur) sépare ces plis en nombre égal et symétrique de chaque côté ; son extrémité postérieure se termine en un *infundibulum* ou *foramen cœcum* (bourse pharyngienne). En tendant cette muqueuse

par la traction du pharynx, les sillons deviennent beaucoup plus apparents; la muqueuse adhère au périoste, et, quand on arrive à cette espèce de *foramen cœcum*, (assez analogue à celui de la base de la langue) on voit qu'elle s'enfonce profondément au milieu du tissu fibreux blanc, et que l'on ne peut pas la séparer du périoste, par l'intermédiaire duquel elle adhère à l'os. Au niveau de la base des apophyses ptérygoïdes et de leur aile interne, la muqueuse est disposée comme dans les fosses nasales.

En outre : 1° dans toute la portion à peu près horizontale qui correspond à l'apophyse basilaire jusqu'à une ligne horizontale tirée au point où cette muqueuse devient verticale, et 2° sur les côtés jusqu'au niveau des orifices de la trompe d'Eustache, la muqueuse offre un aspect rosé et une surface lisse propre à toutes les muqueuses pourvues d'épithélium prismatique; ici encore, elle présente une teinte rosée ou gris rougeâtre plus foncée que partout ailleurs et se rapprochant de celle qui est offerte par la muqueuse pituitaire. C'est à partir de ces limites que la muqueuse prend l'aspect qu'elle conserve dans toute l'étendue du pharynx (Lorain).

De plus, c'est à partir aussi de ces mêmes limites que la muqueuse offre un épithélium pavimenteux et qu'elle a des *papilles*. Celles-ci sont cylindriques ou coniques ; beaucoup d'entre elles sont subdivisées en deux, à cinq ou six lobes généralement coniques, et qui font de la papille un organe plus volumineux à son sommet qu'à sa base, lequel représente ainsi un pédicule cylindrique plus ou moins allongé; celles qui sont simples, aussi bien que celles qui sont subdivisées au sommet, sont parcourues par une anse vasculaire unique, rarement double. Les subdivisions dont nous avons parlé ont pour résultat de donner à ces papilles des conformations variées, singulières et très-remarquables; elles sont remarquables également par leur volume ou mieux par leur longueur. Le corps cylindrique ou ramifié qu'elles représentent n'a, en général, que 5 à 8 centièmes de millimètre d'épaisseur; la longueur atteint communément de 1 à 2 dixièmes de millimètre, surtout dans les papilles qui sont ramifiées. Ces papilles offrent encore ce fait peu commun dans les muqueuses à l'épithélium

pavimenteux, c'est que l'épithélium de la région ne comble pas entièrement les intervalles qui les séparent.

Il résulte de ces dispositions que la muqueuse au niveau de l'apophyse basilaire se distingue, d'une manière très-frappante, de la muqueuse pharyngienne; cette différence se manifeste, au point même où commence l'épithélium pavimenteux, par un aspect finement grenu, apercevable à l'œil nu, ou mieux à la loupe, aspect qui tranche avec l'état lisse de la surface des plis de la muqueuse basilaire. Cet aspect finement granuleux, qui apparaît en quelque sorte brusquement sur les limites indiquées plus haut, est dû à la présence des papilles qui viennent d'être décrites. La muqueuse pourvue de papilles recouvre de petites glandes salivaires; leur quantité est susceptible de varier d'un sujet à l'autre, ainsi que leur volume.

Toute la muqueuse correspondant à l'apophyse basilaire et au voisinage des trompes est pourvue d'un épithélium prismatique, semblable à celui de la muqueuse des fosses nasales. Cette muqueuse, molle, facile à déchirer, offre une épaisseur qui, chez les sujets âgés, ne dépasse pas 1 à 2 millimètres, mais qui peut en atteindre 4 à 5 chez l'adulte; sur les jeunes sujets aussi, elle est molle, facile à déchirer. Comme toutes les muqueuses à épithélium cylindrique, cette muqueuse-ci renferme des glandes qui sont comprises dans l'épaisseur même de sa trame, et qui concourent à lui donner cette épaisseur : ces glandes sont nombreuses, assez rapprochées les unes des autres; elles appartiennent aux glandes en grappe simple; elles ont la conformation et la structure des glandes de la muqueuse des fosses nasales. Toutefois, il est à noter que les culs-de-sacs constituant ces glandes sont plus rapprochés les uns des autres que dans la muqueuse pituitaire proprement dite.

Il importe de signaler aussi qu'au-dessous de cette muqueuse plissée, on trouve déjà un certain nombre de glandes salivaires. Celles-ci sont quelquefois fort peu nombreuses : mais, dans le voisinage de l'endroit où cette membrane va présenter les caractères de muqueuse à épithélium pavimenteux, on rencontre chez certains sujets ces glandes-là en assez grande proportion; il est fa-

cile, par leur structure, de les différencier des glandes de la nature de celles qui sont dans la muqueuse pituitaire, lesquelles, à proprement parler, ne se distinguent pas à l'œil nu, tandis que les salivaires se voient facilement. Elles sont presque constamment aussi accompagnées de vésicules adipeuses qui manquent dans les glandules pituitaires.

La muqueuse à épithélium prismatique adhère intimement au périoste dans une étendue de 1 centimètre carré environ, qui répond immédiatement à la terminaison de la cloison des fosses nasales. Dans cette partie-là, et même dans le voisinage, les glandes salivaires sous-muqueuses manquent, les glandes intra-muqueuses indiquées plus haut sont elles-mêmes très-rares. Le périoste, à ce niveau, est remarquable par son épaisseur.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR

L'ÉPITHÉLIOMA DES SÉREUSES

Par M. Ch. ROBIN,
Membre de l'Institut.

PLANCHES IX ET X.

Le but de cette étude n'est pas de faire une monographie de l'espèce de tumeurs dont il va être question. Il est seulement de rattacher sa description à celle des autres variétés d'épithéliomas en montrant, comparativement aux autres variétés, les dispositions et les modifications de structure que présentent dans leur tissu les cellules qui les composent. Il est en outre de faire voir que les éléments essentiels de ces tumeurs sont bien des épithéliums, et que les différences offertes par eux et par le tissu qu'ils forment à côté des éléments et du tissu des autres tumeurs épithéliales, sont en rapport avec les différences normales que présentent les cellules épithéliales des séreuses comparativement à celles des muqueuses des glandes, etc.

Je ferai suivre ces indications de remarques sur les notions générales et de méthode qui doivent guider dans les études de ce genre.

§ 1er. — Observations sur l'épithélioma de l'arachnoïde.

Les tumeurs dont je veux m'occuper dans ce paragraphe appartiennent à celles qui autrefois étaient appelées *fongus* ou *tumeurs fongueuses de la dure-mère ;* elles sont de celles que Lebert a décrites sous le nom de *tumeurs fibro-plastiques* ou *sarcomateuses de la dure-mère* ou *sarcomateuses intra-crâniennes* (*Physiologie pathologique*. Paris, 1845, in-8°, t. II, p. 153. *Traité des maladies cancéreuses*. Paris, 1851, in-8°, p. 755. *Traité d'anatomie pathologique*. Paris, 1861, in-folio, t. II, p. 73 et 74; planche

101), et M. Cruveilhier sous le nom de *fibrophytes de la dure-mère* (*Anatomie pathologique générale.* Paris, 1855, in-8°, t. III, p. 642).

Il existe des observations de tumeurs de ce genre dans plusieurs volumes des *Bulletins de la Société anatomique.* Dans le tome IX (1864, p. 21), il est dit d'une tumeur présentée par M. Bouchard que ce n'est qu'*une tumeur fibro-plastique, un véritable épithélioma de l'arachnoïde*, contradiction qui n'est certainement pas du fait de cet observateur. Suivant M. Cornil, cette production est de celles que les Allemands ont appelées *sarcomes de la dure-mère.* Plus loin, M. Bouchard (*ibid.*, p. 62) signale une autre tumeur de la dure-mère comme étant un *épithélioma de la séreuse de la dure-mère* formé de *cellules pavimenteuses et de globes épidermiques très-distincts.* M. Hayem en décrit deux autres (*ibid.*, p. 87 et 93), comme des tumeurs fibro-plastiques surtout formées de corps fusiformes. Mais un peu plus loin (p. 444), il donne une description beaucoup plus complète d'une tumeur de ce genre, qu'il classe parmi *celles décrites par M. Robin sous le nom d'épithéliomas des séreuses; qui ont été quelquefois confondues avec les sarcomes de la dure-mère.* Il rappelle que M. Potain (*ibid.*, 1861, p. 40) a déjà présenté une tumeur épithéliale analogue (V. aussi Prévost et Vulpian, *ibid.*, 1865, p. 38).

M. Lacrousille (*Bulletins de la Société anatomique*, Paris, 1864, in-8°, p. 323) a décrit une tumeur de cet ordre comme un épithélioma de la dure-mère à cellules libres ou disposées en couches épidermiques, tumeur qu'il note être telle que sont la plupart de celles de la dure-mère. Dans un excellent rapport sur cette observation, rapport qu'on s'étonne de voir si peu cité par ceux qui ont écrit sur ce sujet depuis cette époque, M. Bouchard (p. 326) montre que ce sont ces tumeurs que Lebert a décrites sous le nom de *tumeurs fibro-plastiques.* Il fait connaître les conditions de situation alternativement de champ et de face des cellules épithéliales, ainsi que le *mode d'altération des cellules qui a été indiqué par M. Robin pour les épithéliomas des séreuses*, dispositions qui ont fait prendre ces éléments pour des corps fibro-plastiques fusiformes. Il parle des grains calcaires

qu'on trouve souvent dans les globes épidermiques de ces tumeurs, ainsi que des faisceaux de fibres lamineuses vasculaires interposés à ces globes. Il fait en un mot une ébauche de l'histoire générale de ces tumeurs, comparativement aux autres épithéliomas, ébauche aussi complète que toutes celles qui ont été publiées depuis et du moins exacte quant à la détermination de la nature spécifique des éléments constitutifs de ces productions.

N'ayant du reste aucunement pour but de faire l'historique de cette question, je borne là ces indications bibliographiques, bien que l'on trouve des observations de tumeurs appartenant certainement à celles de ce genre dans divers recueils anglais et allemands.

Ces tumeurs sont, de plus, assez connues au point de vue de leur siége dans les cavités crâniennes et rachidiennes, de leur forme ovoïde ou sphéroïdale, bosselée ou non, de leur mode de fixation à l'aide d'un pédicule plus ou moins épais pendant que le reste de leur surface est libre d'adhérences, par les dimensions atteignant parfois la moitié du volume du poing qu'elles peuvent offrir, par la variété ou la nullité même des accidents qu'elles causent, selon leur siége et par le plus ou moins de lenteur de leur croissance, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en parler ici. Lebert en particulier en a donné une description, fondée sur 18 observations qui lui sont propres et sur d'autres empruntées à divers auteurs, qui ne laisse rien à désirer sous ces divers rapports.

La consistance et la couleur du tissu de ces tumeurs peuvent varier beaucoup, bien qu'elles conservent la même nature fondamentale, et cela en raison de modifications graduelles et secondaires de leur composition anatomique dont il sera parle ci-après. Ce tissu peut être mou, pâteux ou pulpeux, friable, grisâtre, peu vasculaire dans toute son étendue ou par places seulement. Parfois cette couleur ou une couleur d'un jaune grisâtre ou blanchâtre, presque laiteuse, alterne avec une couleur rosée ou rouge qui leur donne un aspect tacheté ou lobulé, avec la consistance précédente ou une consistance de chair ferme et plus ou moins de friabilité. Enfin cette consistance peut devenir plus considérable avec une friabilité particulière, presque terreuse,

bien décrite par Virchow (*Pathologie des tumeurs*, trad. franç. 1869, t. II, p. 105 et suiv). Nous aurons à revenir sur ce fait, ainsi que sur la couleur jaunâtre ou blanchâtre et l'opacité presque calcaire alternant avec des portions rougeâtres, molles, dont il sera parlé aussi.

Quand on examine la texture de ces tumeurs, on les trouve constituées par des masses épithéliales, dont les éléments sont pour la plupart disposés en *globes épidermiques* à couches concentriques, réunis en groupes ou lobules, que séparent des cloisons souvent fort minces de tissu lamineux ou fibreux, plus ou moins vasculaires. Ce dernier tissu, qui forme parfois la plus grande partie du centre du pédicule de ces produits, ne compose toujours que la plus petite portion de la masse morbide et de beaucoup. Une mince couche de ce même tissu existe presque toujours à la surface de la tumeur, et un assez grand nombre de vaisseaux la parcourt et s'enfonce dans l'épaisseur de son tissu en suivant les cloisons précédentes.

Ce sont ces dispositions anatomiques qui font qu'à la coupe de beaucoup de ces tumeurs, on aperçoit un grand nombre de points gris blanchâtres ou jaunâtres, qui ne sont pas traversés par des vaisseaux, mais entourés par un réseau de capillaires très-fins. J'ai vérifié la constance de cette texture bien des fois, sur les tumeurs surtout dont le volume ne dépasse pas celui d'un œuf de pigeon, depuis 1844, époque à laquelle Lebert et moi l'avons décrite, sur des tumeurs de ce genre que j'avais recueillies (Lebert, *physiologie pathologique*, 1845, t. II, p. 150). Depuis l'année 1852, où j'ai reconnu la nature épithéliale de ces productions, j'ai toujours constaté et professé, ainsi que le montrent les citations rappelées plus haut, que ces points gris blanchâtres, arrondis ou polyédriques, larges de 1 dixième de millimètre environ à 1 ou 2 millimètres, entourés par des vaisseaux et non traversés par eux, sont constitués par des amas de noyaux et de cellules épithéliales ; que la plupart des cellules sont disposées en *globes épidermiques* avec ou sans concrétions calcaires (voyez Littré et Robin, *Dictionn. de médecine*, article Séreux, et surtout Tumeurs (*structure des*); édition de 1855 et suivantes. Robin, *Programme du cours d'histologie*. Paris, 1864, in-8°, p. 201).

Depuis cette époque, j'ai enseigné dans mes cours particuliers et dans mon cours officiel (1862), qu'il en était ainsi non-seulement pour les tumeurs de l'arachnoïde, mais encore pour toutes les séreuses. Je me suis fondé à l'égard de ces dernières en général sur deux observations de tumeurs analogues du volume d'un pois et d'une noisette, à surface un peu rugueuse, recueillies toutes deux sur le péritoine de la région hypogastrique; j'en ai vu une autre du volume d'un pois dans la veine iliaque interne; toutes trois avaient un pédicule court, assez épais. J'ai particulièrement insisté dans mes leçons sur toutes les circonstances de situation, etc., qui donnent aux cellules épithéliales des séreuses et des vaisseaux vues isolément l'aspect extérieur des corps fibro-plastiques fusiformes.

Lebert, qui a fait représenter d'une manière remarquable les dispositions du tissu de ces tumeurs intra-crâniennes (*loc. cit.*, 1861, in-fol., pl. 101), et de plusieurs de celles dont il va encore être question, les a considérées le premier comme des *tumeurs fibro-plastiques* dites aussi *sarcomateuses*. Après lui, Virchow, qui cite L. Meyer, de Hambourg, comme ayant admis (1859) que ce *genre de formations procède très-ordinairement de cellules et même du revêtement épithélial de l'arachnoïde* (Virchow, *Pathologie des tumeurs*, Paris, t. II, 1869, p. 107), considère (p. 100 et 111) les productions dites *sarcômes internes de la dure-mère*, comme formées de *tissu connectif fibrillaire*, *avec des vaisseaux* étendus en toute direction entre des amas de grains calcaires. Il conclut de cette circonstance qu'il ne s'agit pas pour ces tumeurs *d'une formation épithéliale superficielle*, *aucun vaisseau ne pénétrant jamais dans les épithéliums*.

Il n'est pas douteux, d'après le texte et la figure donnés par Virchow (*loc. cit.*, fig. 17, p. 106), que les produits morbides dont il parle ainsi, sont les tumeurs dont il est question dans cette note, décrites et figurées par Lebert.

Aussi y a-t-il lieu de faire remarquer ici que s'il est vrai que les vaisseaux ne pénètrent pas dans les masses ou amas de noyaux et de cellules épithéliales des épithéliomas, de nombreux capillaires se prolongent entre eux et les entourent; à mesure que

ces amas augmentent de volume, la tumeur fait saillie à la surface des téguments ou s'enfonce dans les tissus sains qu'elle envahit.

Vers la superficie de ces amas ou lobules épithéliaux, couverts ou non de saillies papilliformes, les globes épidermiques en particulier sont entourés de riches réseaux capillaires, à mailles polygonales, dont les angles sont plus ou moins arrondis et les conduits variqueux ou non d'une tumeur à l'autre. Comme pour les tumeurs de l'arachnoïde dont il est ici question, sur la coupe des épithéliomas congestionnés ou artificiellement injectés les globes épidermiques ou leurs amas s'aperçoivent déjà à l'œil nu ou à la loupe sous forme de points grisâtres ou jaunâtres que ne traversent pas les vaisseaux qui les entourent.

Le globe épithélial se distingue alors par le manque de conduits sanguins et par ses stries concentriques indiquant l'imbrication des cellules comparativement aux minces couches de tissu lamineux ambiant vascularisées. C'est ce que l'on voit aisément sur les épithéliomas de la peau, de la langue, du col de l'utérus, etc. Or, la même chose se constate très-nettement sur les épithéliomas de l'arachnoïde, toutes les fois que l'on tombe sur l'une de ces tumeurs dont les vaisseaux congestionnés se trouvent naturellement injectés.

Ces faits, qu'il est facile de vérifier sur les tumeurs de ce genre de la peau et des muqueuses, encore congestionnées après l'ablation par le bistouri ou l'écraseur, ou injectées artificiellement, sont devenus particulièrement incontestables depuis les belles recherches et les remarquables injections de Thiersch (*Der Epithelialkrebs*. Leipzig, 1865, in-8° et atlas).

Quoi qu'il en soit, du reste, presque toutes les tumeurs de la dure-mère qui m'ont été remises, et qui avaient déjà été examinées au microscope, m'ont été données comme étant des tumeurs fibro-plastiques ou fibreuses. C'est également comme étant une des tumeurs dites *sarcômes*, que M. Charcot considère celle dont il a donné l'observation récemment (*Archives de physiologie*, 1869, p. 295), qui adhérait à la face interne de la dure-mère rachidienne; il en figure les noyaux et les cellules, tant isolées qu'enroulées en globes autour de grains calcaires, mais pourtant

sans en déterminer l'espèce (1). Cette réserve ne laisse pas que d'étonner lorsqu'on voit à la fin de cette observation le rapport de M. Bouchard signalé plus haut, cité comme concernant un *sarcôme* de l'ordre de ceux que décrit le savant médecin de la Salpêtrière. L'exactitude dans la détermination précise de la nature anatomique de ces produits morbides est cependant importante, ne fût-ce que pour ne pas confondre ces tumeurs avec celles qui, plus rares, sans l'être pourtant excessivement, siégent dans le tissu lamineux des espaces sous-arachnoïdiens; telle est celle dont M. Fleurot a publié un exemple et que j'ai examinée au microscope avec lui (*Bulletin de la Société anatomique*. Paris, 1855, p. 542 et 543). Ces dernières, en effet, sont réellement formées de noyaux embryoplastiques ou du tissu cellulaire, de fibres lamineuses, soit complétement développées, soit en bien plus grand nombre à l'état de corps fibro-plastiques fusiformes et étoilés, avec des vaisseaux en assez grand nombre uniformément distribués. Il s'y trouve aussi une quantité plus ou moins notable de substance amorphe finement grenue.

Remarques sur les tumeurs à myélocytes. — Bien que les épithéliomas intra-crâniens et intra-rachidiens aient généralement été trouvés avoir pour point de départ la superficie même de la dure-mère (ou arachnoïde pariétale) plutôt que l'arachnoïde viscérale, il n'en est pas moins important encore de déterminer exactement la nature de ces produits morbides, afin de les distinguer des tumeurs plus rares qui adhèrent à la face externe de la pie-mère.

Telles sont, entre autres, les *tumeurs à myélocytes* de génération hétérotopique, tumeurs uniques ou multiples, qui sont séparées de la substance grise des circonvolutions par toute l'épaisseur de la pie-mère à laquelle elles adhèrent.

On sait en effet que les myélocytes, éléments constitutifs de la substance grise, qui existent particulièrement entre les cellules multipolaires, et qui sont très-abondants au sein des circonvolutions cérébelleuses, sont fréquemment atteints d'hypergenèse.

(1) Voyez une observation analogue sans indication de la nature de la tumeur, par M. E. Fournier (*Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*. Paris, 1858, in-8°, p. 23.)

Je dis fréquemment, relativement aux autres altérations du cerveau qui ont la forme de tumeurs. Cette hypergenèse ne se constate pas seulement dans les circonvolutions du cervelet où elle est plus fréquente, mais encore sur les circonvolutions du cerveau et aussi dans la substance grise de la moelle. L'hypergenèse de ces myélocytes devient le point de départ de la production des tumeurs, qui, généralement, tendent à faire saillie du côté de la pie-mère et qui, lorsqu'elles siégent dans la moelle, viennent proéminer vers l'issue d'une des racines spinales, principalement du côté des racines postérieures, en suivant en quelque sorte les cornes de la substance grise. Ces tumeurs adhèrent souvent à la pie-mère, et il n'est pas rare de les voir suffisamment adhérentes pour qu'en arrachant cette membrane, on les arrache également de la substance cérébrale grise au milieu de laquelle elles sont nées.

Ces tumeurs sont d'abord d'un gris mat tendant quelquefois un peu au brun; elles ont presque la coloration que présentent les circonvolutions dans les régions où la teinte grise est le plus prononcée. Elles sont habituellement ovoïdes ou sphéroïdales. Cette teinte grise s'accompagne constamment d'une vascularisation plus prononcée à la périphérie de la tumeur, ce qui donne à cette partie superficielle une coloration rougeâtre. Cette portion superficielle est souvent la plus riche en vaisseaux, entourée elle-même d'une couche de substance grise qui a l'air gélatiniforme ou colloïde. Souvent aussi cette couche d'aspect colloïde, qui semble relier la production pathologique au reste de la substance grise, est plus molle que le reste de la tumeur. Dans cette portion *colloïde* et même jusqu'au centre, on trouve toujours des tubes nerveux complets, en plus ou moins grand nombre.

Ces productions accidentelles sont formées principalement par des myélocytes, tant de la variété noyaux libres que de la variété cellule. Dans ces conditions, les cellules ont fréquemment de deux à trois noyaux semblables aux noyaux libres. Il n'est pas rare pourtant de trouver quelques-uns de ces noyaux hypertrophiés et dans lesquels s'est développé un nucléole qui manque dans les autres. Ces tumeurs sont atteintes de très-bonne heure dans les parties cen-

trales, de cette modification de texture qui a été indiquée sous le nom d'*altération phymatoïde ;* elles ont alors parfois été appelées *tubercules du cerveau ou du cervelet*, en raison de la coloration jaune de leur partie centrale, assez analogue à celle qu'on indique dans les tubercules du poumon ou des glandes lymphatiques. Cette modification est due à un dépôt de granules jaunâtres, la plupart graisseux, et à la perte de la vascularité des portions de tissu dans lesquelles se produisent ces granules. Cette altération jaunâtre tend à gagner des parties centrales vers la périphérie, et lorsque la tumeur grossit, on finit par ne plus trouver que vers la superficie une couche de 1 à 3 millimètres qui conserve encore l'aspect primitif de ces tumeurs. Le centre est jaunâtre, opaque, sans vaisseaux, et la partie superficielle conserve seule la vascularité dont j'ai parlé tout à l'heure. On n'y voit pas des grains calcaires, tels que ceux dont il sera question plus loin, qui sont communs dans d'autres lésions intra-crâniennes.

Or, des tumeurs de cette espèce, qui ont cet aspect et cette texture, avec ou sans passage de leur centre à l'état jaunâtre, phymatoïde, se rencontrent parfois, telles qu'au lieu d'être incluses dans la substance grise ou d'être placées à sa surface, avec ou sans adhérences à la pie-mère, elles sont situées sur la face externe de cette membrane. Elles adhèrent à cette face et reçoivent par là leurs vaisseaux, mais elles font saillie dans la cavité arachnoïdienne et sont séparées de la substance grise par toute l'épaisseur de la pie-mère, épaisseur souvent plus grande en ce point que dans les portions qui sont à l'état normal.

Sur trois cas seulement de tumeurs de cette texture, et ainsi placées, que j'ai observées, une seule adhérait en même temps à la pie-mère et à la dure-mère.

Il s'agissait bien là d'une véritable génération hétérotopique de substance nerveuse, c'est-à-dire de production de ce tissu sans continuité avec la substance nerveuse normale, puisque la pie-mère était interposée aux deux tissus, l'un naturel, l'autre accidentel. De plus, fait important, on observait dans le tissu de ces tumeurs des tubes nerveux complets et des cylindre-axes en continuité çà et là avec de petites cellules nerveuses multipolaires.

On comprend facilement que devant cette variété de productions morbides intra-méningiennes, malgré la plus grande fréquence des tumeurs épithéliales, il importe d'en préciser la nature anatomique et le point de départ dans chaque cas nouveau. Car, bien que toutes les tumeurs épithéliales intra-crâniennes et intra-rachidiennes, observées jusqu'à présent, aient toujours été trouvées adhérentes à l'arachnoïde pariétale ou tapissant la dure-mère, il n'est pas impossible qu'on en rencontre qui aient pour origine l'épithélium de l'arachnoïde viscérale. Cet épithélium se retrouve en effet à tout âge à la surface externe de la pie-mère, qui représente le feuillet viscéral de l'arachnoïde dans les parties où celle-ci ne passe pas d'une portion à l'autre de l'encéphale pour limiter les espaces sous-arachnoïdiens. On le voit aussi facilement sur la face externe de l'arachnoïde spinale et à la face interne de la dure-mère rachidienne. Dans toutes ces régions, il est isolable même à l'état frais, en lambeaux formés de grandes cellules polygonales à bords droits, très-minces, larges ou longues de 2 à 4 centièmes de millimètre et plus.

§ 2. — Description des noyaux et des cellules des épithéliomas arachnoïdiens.

Pour arriver à déterminer aisément la nature des épithéliomas des séreuses, il est nécessaire d'avoir observé des cellules épithéliales isolées de la face interne des vaisseaux artériels ou veineux et de diverses séreuses. La transparence de ces éléments dépasse celle de tous les autres, et ce n'est qu'en employant un grossissement de 500 à 600 diamètres que l'on voit aisément leurs bords, qui sont d'une extrême pâleur, quoique fort nettement limités, tantôt droits, tantôt onduleux ou un peu dentelés. Il faut aussi avoir constaté les différences de forme qu'elles offrent selon qu'elles se présentent à l'œil de l'observateur de face, tout à fait de côté ou dans une série de positions intermédiaires successivement. C'est ce que permettent de suivre les mouvements que leur impriment les courants du liquide. On constate alors nettement que, bien que leur noyau ovalaire soit aplati, il est encore assez épais pour donner à ces cellules l'aspect de corps fibro-plastiques fusi-

formes quand, placées de champ, elles tournent directement l'un de leurs bords vers l'œil de l'observateur. On voit aussi que les cellules qui plongent dans le liquide conservent toujours cette position, et, par suite, l'aspect qui vient d'être signalé toutes les fois que leur noyau n'est pas placé exactement vers leur centre, mais au contraire près l'un de leurs bords, parce que dans ce cas, par son poids, il maintient ce bord en bas tant que le liquide est immobile. Or, il en est ainsi pour la plupart de ces cellules.

Les causes de cette analogie d'aspect extérieur avec les corps fibro-plastiques fusiformes sont très-différentes, comme on le voit, de celles qui donnent aussi une configuration analogue à beaucoup des cellules de l'épithélium de la vessie et des uretères. Ici, la ressemblance tient bien à ce que la cellule est prismatique, plus ou moins effilée à chaque bout à partir du noyau comme centre, et non à une question de variété d'aspect selon sa situation.

Ce sont ces observations qui, faites comparativement sur ces divers épithéliums à l'état normal et sur les tumeurs de l'arachnoïde, m'ont amené à reconnaître que dans le tissu de celles-ci, ce que l'on a considéré comme des fibres lamineuses à l'état de corps fibro-plastiques, n'était que des cellules épithéliales des séreuses ainsi vues de côté, soit libres, soit disposées concentriquement en globes épidermiques. Car, dans ces amas, elles se présentent d'une manière permanente avec cet aspect, tant qu'on ne les desquame pas en faisant éclater le globe par une pression convenable. Des aspects de même ordre du reste sont depuis longtemps connus dans les globes épidermiques des épithéliomas de la peau, de la langue, etc., de même que les cellules épidermiques minces de la langue, etc., vues de côté, ressemblent à un bâtonnet ou à un filament.

Mais il importe de faire observer que, bien que la plupart des cellules de ces épithéliomas ayant leur noyau placé de côté doivent, à une position de ce genre, leur apparence fusiforme, il y en a qui ont réellement cette figure, comme on en voit dans l'épithélium vésical, etc.; enfin quelques-unes, après avoir été lamelleuses, polygonales, prennent la configuration des corps fibro-plastiques par suite de modifications non décrites dont il sera question plus loin.

Noyaux libres. — Revenons sur ces cellules et ces noyaux examinés dans les épithéliomas de l'arachnoïde.

Dans les petits amas grisâtres ou blanchâtres, non vasculaires, plus ou moins compactes ou pulpeux, interposés aux cloisons contenant des capillaires, on trouve des noyaux libres dans une substance amorphe, molle, finement grenue ; le tout en quantité variable d'une tumeur à l'autre, mais parfois en proportion presque égale à la masse représentée par les cellules et par les globes épidermiques. Les noyaux sont sphériques ou ovoïdes, larges ou longs de 7 à 15 millièmes de millimètre, finement grenus, avec ou sans nucléole d'une tumeur à l'autre et à contour plus régulier qu'on ne le représente ordinairement (pl. IX, *i*, *j*, *l*). Il y en a cependant dont la surface et le contour sont comme un peu bosselés. Mais un examen attentif montre qu'ils ne sont pas aussi irréguliers que les représentent beaucoup des figures qu'on en a données. Plusieurs en outre entraînent parfois avec eux un peu de matière amorphe.

Il importe d'insister sur le nombre de ces noyaux dans certaines tumeurs, comparativement aux cellules et sur l'obligation où l'on est alors de chercher ces dernières surtout dans le voisinage des amas de globes épidermiques.

Cellules. — Quant aux cellules non enroulées en globes épidermiques, toutes sont d'une extrême pâleur, parsemées de rares et très-fines granulations grisâtres. Il faut en excepter quelques cas, tels que ceux d'après lesquels ont été faites les figures ci-jointes, dans lesquels ces granulations étaient assez nombreuses. Elles ont du reste été rendues par la lithographie plus foncées qu'elles ne sont habituellement et que ne les représentait le dessin.

Quelques-unes de ces cellules sont sphériques, larges de 1 à 3 centièmes de millimètre, et ont de 1 à 3 noyaux (pl. IX, *b*, *b*, *b*). D'autres sont aplaties plus ou moins régulièrement polygonales (*v*, *v*). Les unes et les autres sont peu nombreuses.

On en trouve davantage qui sont plus grandes, polygonales, aplaties, très-minces (*r*), ou gonflées en quelque point par la production d'une vacuole dans leur épaisseur (*n*, *o*, *q*). D'autres, très-minces, plus ou moins allongées et effilées vers une ou deux de

leurs extrémités, sont souvent plissées, comme chiffonnées, ce qui se reconnaît aux plis fins, irréguliers qu'elles présentent (pl. IX, *p*, *t*, et pl. X, *d*, *f*, *g*). C'est parmi celles-là qu'on en voit beaucoup qui, en roulant, entraînées par le liquide, se montrent tantôt avec leur forme lamelleuse polygonale, tantôt de champ avec la forme d'un fuseau. C'est ainsi que les figures *k*, *k*, pl. IX et X, représentent la même cellule vue de face et vue de champ, dont les dessins ont été séparés par le graveur au lieu d'être rapprochés comme ils l'étaient dans l'original. La figure *e* (pl. X) représente aussi une cellule à deux noyaux vue de côté. On en rencontre parfois qui ont une partie relevée de champ vers l'œil de l'observateur (pl. X, *d*), et l'autre portion étalée (*d'*).

Il est de ces cellules qui atteignent une longueur considérable, de 1 à 2 dixièmes de millimètre, sans être plus épaisses ni plus larges que les autres (pl. IX, *s*, et pl. X, *g*). Il est enfin quelques-unes de ces cellules qui sont minces et étroites, plus ou moins effilées aux deux bouts, plus ou moins régulièrement fusiformes par conséquent, plus étroites encore lorsqu'elles sont vues de champ qu'elles ne sont quand on les observe de face, comme elles sont représentées ici (pl. X, *h*, *i*, *j*, *m*). Parmi celles-là, on en trouve qui ont une longueur atteignant jusqu'à 2 dixièmes de millimètre et plus (*l*). Il est de ces cellules qui ont la forme d'un mince bâtonnet sur une partie de leur longueur, et qui sont étalées en lamelle polygonale plus ou moins irrégulière vers l'une de leurs extrémités (*z*).

Presque toutes ces cellules ont un ou deux noyaux vers leur centre, ou plus près d'une de leurs extrémités que de l'autre, et ayant ou non un petit nucléole central. Cependant, il en est un certain nombre qui manquent de noyau.

Comme il est impossible du reste de décrire toutes les variétés de formes et de dimensions que prennent les cellules épithéliales dans ces conditions, je vais indiquer les modifications dans leur structure que subissent les cellules et qui sont encore une cause de variations de leur aspect. Mais pour faire sentir plus facilement la nature de ces modifications, il faut signaler ici un certain nombre de faits relatifs aux modes de génération, d'individualisation et de développement des cellules épithéliales en général.

§ 3. — Remarques sur la génération et le développement des cellules épithéliales en général.

On sait nettement aujourd'hui que c'est par genèse de noyaux d'épithélium d'abord, puis de matière amorphe qui les écarte, suivie de la segmentation internucléaire de celle-ci, que naissent et s'individualisent les éléments qui satisfont au remplacement des cellules en voie de mue, de desquamation ou de destruction incessante, à la surface de la peau, des muqueuses, des glandes, etc.; des cellules, qui dans les cas, au contraire, où elles ne peuvent se desquamer, s'accumulent en masses plus ou moins saillantes ou prennent la place des tissus voisins dans lesquels elles pénètrent et qu'elles envahissent par cette génération progressive vers leur profondeur.

Les phases successives de cette génération sont la production d'une matière amorphe finement granuleuse entre les noyaux d'épithélium, d'abord plus petits qu'ils ne seront plus tard et ordinairement sphériques. Or, une fois les noyaux arrivés à une certaine grandeur et un peu écartés les uns des autres par cette substance, on voit, à partir des endroits où ils le sont le plus, se produire des sillons dans la substance amorphe. Ces sillons ou mieux ces plans de division présentent l'aspect de fines lignes un peu foncées, placées dans le milieu de l'intervalle qui sépare deux noyaux, à égale distance à peu près de l'un et de l'autre ; ils rencontrent sous des angles nets et plus ou moins obtus ou aigus les plans semblables qui se trouvent entre le noyau, quel qu'il soit, que l'on examine et les noyaux qui l'avoisinent le plus, qui le touchaient en un mot, avant la production de la substance amorphe. Ces sillons limitent ainsi des masses ou corps de cellules, ordinairement d'une régularité parfaite, polyédriques aplatis à 4, 5, 6 ou 7 côtés, ayant pour centre un noyau. Leur production amène ainsi l'*individualisation* de la couche ou de l'amas amorphe en autant de cellules qu'il y a de noyaux. Mais parfois les sillons de segmentation ne se produisent pas entre deux noyaux, plus rapprochés les uns des autres qu'à l'ordinaire ou restés contigus. Il en résulte alors une cellule un peu plus grande que celles qui

l'entourent et pourvue de deux noyaux. Il peut même s'en former aussi et par le même mécanisme qui ont 3, 4, 5 et même 6 noyaux, ou au delà encore dans les cas morbides, lorsque la segmentation de la matière amorphe s'étend à des points où celle-ci ne s'est pas accumulée régulièrement et en égale quantité entre tous les noyaux.

Cellules épithéliales à noyaux multiples. — Il n'est pas inutile de rappeler ici que cette imparfaite segmentation, dans laquelle les sillons omettent, si l'on peut dire ainsi, de passer entre chaque noyau pour, au contraire, en englober plusieurs dans une seule masse ou corps de cellule ne s'observe que dans un petit nombre de couches épithéliales glandulaires à l'état normal, ne se rencontre généralement que dans les produits morbides. Si donc, il arrive qu'on démontre un jour que ce phénomène n'a lieu que lorsque la segmentation est active, rapide (bien que jusqu'à présent l'observation tende à prouver qu'il est le signe d'une individualisation cellulaire incomplète), on voit en tout cas par ce qui précède que la présence de nombreux noyaux dans les cellules est loin d'autoriser à écrire que celles-ci viennent d'un tissu en voie de *prolification active*, c'est-à-dire d'une formation soit *endogène* soit *exogène* énergique des noyaux et de la matière épithéliale intercalaire par des cellules antécédentes ; elle est au contraire le résultat d'une segmentation imparfaite de cette matière amenant son individualisation anormale en cellules épithéliales. Au fond, la réalité est ici l'inverse de ce que signifie l'interprétation qu'on donne habituellement de la rencontre dans un tissu de ces cellules à plusieurs noyaux.

Ce fait est d'autant plus important à rappeler que l'observation montre que, dans tous les cas de segmentation de cet ordre s'accomplissant dans des conditions normales, la scission se continue en quelque sorte sans interruption à compter de son début (ovulaire, embryonnaire ou adulte) sur toute cellule à un ou deux noyaux qui, par le développement ou accroissement consécutif à son individualisation, prend un volume dépassant les limites du plus grand nombre. C'est même ainsi que les cellules épithéliales définitivement individualisées, comme nous venons de

le voir, fournissent de nouvelles cellules pour l'extension en longueur et largeur des membranes uniquement épithéliales, telles que le chorion de l'œuf des mammifères, l'amnios, etc., qui grandissent d'une manière continue sans se renouveler incessamment comme le font au contraire les couches épithéliales tégumentaires.

Or, dans les cas morbides cités plus haut, la prétendue *prolification* est si peu active que, précisément la segmentation ne s'étend pas à ces énormes cellules ainsi individualisées avec des noyaux multiples.

En revenant à l'exposé des faits commencé plus haut, nous verrons qu'on peut souvent, sur un même cul-de-sac glandulaire ou sur un même lambeau d'épithélium arraché, suivre toutes les phases de la segmentation qui amène la délimitation cellulaire. On les observe depuis le point où les cellules sont très-nettement conformées, facilement séparables par suite de la production complète des plans de division jusqu'aux endroits où ces derniers sont bien indiqués, se rencontrent et se touchent également tout autour du noyau, mais où, n'étant pas tracées profondément, les cellules ne sont pas isolables facilement ou sans déchirure ; cela fait qu'elles ne sont plus aussi régulières après leur isolement qu'auparavant. On suit enfin les phases de la segmentation jusqu'aux endroits où l'on voit les sillons qui, sans entourer de toutes part certains noyaux, vont se perdre dans la substance homogène, qui forme ainsi une couche ou membrane uniforme, plus ou moins étendue, d'épithéliums nucléaires maintenus réunis par cette matière amorphe finement granuleuse, non divisée ou segmentée encore, mais qui sera prochainement le siége de la scission (Voyez Ch. Robin. *Sur quelques hypertrophies glandulaires*, *Gazette des hôpitaux*. Paris, 1852, et *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1867, in-8°, p. 105 et suivantes).

De la cavité des cellules épithéliales. — Ainsi, au moment de leur individualisation, les cellules épithéliales se présentent toujours sous la forme d'un corpuscule polyédrique, finement grenu, grisâtre, plein, sans cavité distincte de la paroi ; corps ou cellules s'individualisant, se délimitant par segmentation intercalaire d'une couche de substance amorphe parsemée de petits

noyaux pâles, dans laquelle les sillons ou plans de scission passent à peu près à égale distance de chaque noyau. Il est rare, mais non sans exemple, que ces plans de division soient courbes de manière à limiter çà et là des cellules sphériques à côté d'autres présentant nécessairement des faces concaves; aussi est-ce à tort qu'on a dit que ces cellules épithéliales étaient primitivement sphériques pour devenir polyédriques par pression réciproque. Elles sont, au contraire, plus régulièrement polyédriques au moment de leur individualisation qu'elles ne le seront jamais.

C'est ainsi, du reste, que s'individualisent toutes les cellules épithéliales quelconques, pour devenir, par les phases ultérieures de leur développement, lamelleuses, sphériques ou prismatiques, sans que jamais la présence d'une cavité y soit primitive ; et cela par suite même de ce mode de délimitation et d'individualisation de l'élément ayant forme de cellule. Le durcissement de sa superficie, la formation d'une cavité dans les cas spéciaux ou accidentels dans lesquels elle a lieu, sont toujours des faits consécutifs à l'individualisation de l'élément.

L'apparition de cette cavité, quand elle se forme, est un phénomène d'évolution ou de développement, et non un fait primitif de génération. La sécrétion de la matière sébacée en offre un exemple remarquable, en montrant que cette cavité se creuse par une succession de modifications de la structure intime de la substance du corps même de la cellule, c'est-à-dire par la production de certains liquides au sein de la substance homogène et pleine qui s'est individualisée en corps de cellule par segmentation inter-nucléaire.

Dans les glandes sébacées, on voit des gouttelettes huileuses, jaunes, sphériques, à contour foncé, très-fines d'abord, puis de plus en plus grosses, se former autour du noyau qui est au centre de la cellule. Chaque goutte occupe alors une cavité qu'elle remplit, dont la production a déterminé l'apparition, et bientôt les gouttes, devenant contiguës, le corps de la cellule est ainsi creusé d'une cavité qu'il ne possédait pas auparavant. Les gouttes d'huile remplissent cette cavité. On ne trouve aucun liquide interposé entre elles. La paroi est formée par la substance azotée du corps de la cellule ; les contours indiquant ses faces interne et externe

sont bien marqués, et leur écartement mesure l'épaisseur de cette paroi ; épaisseur d'autant plus grande que la cellule renferme un moindre nombre de gouttes graisseuses, qu'elle est moins distendue par elles.

Mais en raison de leur non-miscibilité avec les autres principes immédiats de la substance organisée, les corps gras formés là ne sont pas (comme les composés qui se produisent dans les autres glandes) rejetés molécule à molécule par exosmose dialytique et désassimilatrice au travers de toute l'épaisseur de la substance de la cellule sans destruction de celle-ci. Ils s'accumulent, au contraire, au point même où ils se forment, comme le font les corps gras dans tous les éléments anatomiques où ils sont produits, et cela en raison des mêmes particularités physico-chimiques de non-miscibilité et de non transmissibilité endosmo-exosmotique qui leur sont particulières. De là leur accumulation dans l'épaisseur des cellules qu'ils distendent, jusqu'à rupture de celles-ci dont ils entraînent ainsi la destruction matérielle de toutes pièces ; et cela malgré que leur formation, tout en progressant toujours, aille en diminuant d'énergie ; diminution due à ce que la substance propre de la cellule épithéliale ou élément anatomique producteur va graduellement en diminuant aussi de quantité à mesure qu'augmente celle des principes formés qui le distendent, le rompent et le laissent, comme résidu matériel visible ; résidu qui a l'aspect d'une pellicule chiffonnée formée de deux membranes appliquées l'une contre l'autre, retenant souvent entre elles quelques-unes des granulations graisseuses qui remplissaient la cavité qu'elles circonscrivaient.

Nous voyons là un exemple des plus remarquables et des plus réels de *progression* physiologique évolutive qui conduit en fin de compte à la mise en liberté du produit sécrété par la rupture de l'élément formateur de ce produit ; tous deux alors sont rejetés, l'un comme utilisable, l'autre comme résidu sans qu'il y ait là quoi que ce soit qui puisse être considéré comme un acte de *régression*, c'est-à-dire de retour vers quelqu'une des phases antérieures parcourues par l'élément anatomique. Or, plusieurs espèces d'éléments anatomiques, les cellules épithéliales en particulier, autres que

celles des glandes sébacées, peuvent présenter des modifications de même ordre que les précédentes quand elles se trouvent placées dans certaines circonstances pathologiques.

Ce sont là les changements morbides qui caractérisent ce qu'on appelle l'état granuleux des cellules épithéliales, des muqueuses, du poumon, du foie, etc., ainsi que des leucocytes, etc., et que beaucoup de médecins considèrent comme caractérisant la *régression graisseuse* de ces éléments. Or bien loin de là, ces changements constituent inversement une *progression* accidentelle, qui souvent conduit aussi à la rupture de la cellule dans laquelle la production des granules graisseux a creusé une cavité, et à la mise en liberté de ces derniers. Dire ainsi qu'il y a *régression* où a lieu précisément le phénomène inverse, c'est-à-dire une *progression* jusqu'à rupture et dissociation des éléments, est une erreur à la fois de fait et de mot, qui fournit un des exemples les plus tranchés de l'importance que présente la connaissance des phénomènes et des dispositions normales, lorsqu'on veut interpréter la signification des états accidentels et de ce que peut faire admettre la négligence systématique de ces questions de méthode naturelle.

Production anormale de cavité dans les cellules epithéliales. — Pour achever de traiter ce sujet, indiquons ici qu'en dehors des circonstances tant naturelles qu'accidentelles qui amènent, comme nous venons de le dire, la production d'une cavité, avec paroi distincte du contenu, dans des cellules qui étaient pleines, on peut voir de deux autres manières encore se former pathologiquement une cavité dans des cellules épithéliales, qui normalement n'en présentent pas.

Je citerai en premier lieu les cas dans lesquels certaines cellules de la plupart des épithéliomas se creusent d'une ou de plusieurs cavités pleines d'un liquide hyalin (pl. IX, *o*, *n*) ou granuleux, ou dans lequel liquide existe un amas de granules soit jaunâtres (*q*) soit grisâtres. On voit aussi des cavités de ce genre dans les cellules de l'épiderme normal du prépuce, des fœtus, etc. (1). Cette

(1) Voyez Ch. Robin, *Sur les cellules épidermiques du fœtus* (*Journ. de la physiologie*. Paris, 1861, p. 228, pl. X).

cavité, en grandissant par augmentation incessante de la quantité du liquide rend quelquefois la cellule tout à fait vésiculeuse, soit en repoussant sur le côté le noyau ou les noyaux si la cellule en contient plusieurs, soit en circonscrivant le noyau et l'amenant à flotter dans le liquide de la cavité (pl. IX, *n*). Il est extrêmement rare de voir dans ces circonstances ce liquide amener la rupture des cellules, contrairement à ce que quelques auteurs ont pensé, M. Bouchard entre autres (*loc. cit.*, 1864), tandis que cette rupture est à la longue le fait habituel pour le cas des productions dont il va être parlé et dont on n'a pas tenu compte.

On voit en second lieu, plus souvent peut-être encore, des cellules de beaucoup d'épithéliomas, quel que soit leur point de départ, être le siége de la formation dans leur épaisseur d'un ou de plusieurs corpuscules solides, globuleux, qui se creusent ainsi une cavité qu'ils remplissent exactement. Ces corpuscules en grossissant distendent la cellule, la rendent globuleuse, amincissent sa substance propre et finissent par la rompre ou par en amener la résorption, de manière à devenir libres (voyez pl. X de *n* en *u*).

On trouve souvent une quantité considérable des cellules ainsi modifiées et de ces corpuscules devenus libres dans certains épithéliomas des lèvres, des joues, des gencives, de la langue, de la peau, de la vulve et de l'arachnoïde. Tantôt, comme dans les tumeurs dont il est ici question et dans certaines tumeurs dites cancer de la mamelle, etc., ces globules sont incolores, pâles, tout à fait hyalins. Dans les épithéliomas de la peau, des muqueuses, des glandes lymphatiques, etc., ces corps solides intra-cellulaires ou devenus libres sont ordinairement jaunâtres, plus ou moins foncés, grenus, soit au centre seulement, soit dans toute leur étendue, à granules jaunes, d'aspect graisseux, plus ou moins gros.

La production des gouttes graisseuses dans les cellules épithéliales des glandes sébacées entraîne d'abord le refoulement du noyau dans l'épaisseur de la paroi, et bientôt son atrophie, qui a lieu longtemps avant la rupture qui met en liberté le produit et avant que la cellule soit notablement distendue par les gouttes d'huile.

Ainsi, le noyau manque dans ces cellules épithéliales ayant

une cavité et un contenu distincts de la paroi, et il manque aussi dans la pellicule que représente celle-ci lorsque vidée elle s'est aplatie; il manque là comme dans les cellules sans cavité des lamelles desquamées à la surface de l'épiderme; mais dans ces deux cas, l'atrophie du noyau est due à des causes très-différentes. Dans les glandes sébacées et à la superficie de l'épiderme aussi, la persistance du noyau ne s'observe que dans des conditions accidentelles, et sa présence, qui ailleurs est normale, devient ici le signe d'une circonstance pathologique.

De la juxtaposition des cellules épithéliales. — Tout épithélium cellulaire commence donc, par suite même du mode d'individualisation des cellules, par être polyédrique, plein, c'est-à-dire sans cavité distincte d'une paroi; par suite aussi il commence par être contigu aux éléments semblables avec lesquels il était en continuité de substance avant la segmentation de celle-ci. Il demeure tel pendant toute la durée de son existence, ou en se développant il devient, soit lamelleux, c'est-à-dire *pavimenteux* proprement dit, soit *sphérique*, soit enfin *prismatique* (*cylindrique*).

On comprend, d'après ce qui précède, comment il se fait que faute de segmentation intercalaire, on peut ne trouver qu'une couche d'épithélium nucléaire avec ou sans matière amorphe entre les noyaux sur des surfaces qui, dans d'autres circonstances, correspondant à l'état normal ou à une période évolutive plus avancée, sont tapissées par un épithélium cellulaire de quelqu'une des formes précédentes.

Les plans de division de la segmentation qui amène l'individualisation des cellules deviennent, une fois ce phénomène achevé, les plans ou surfaces de contiguïté réciproque des cellules quand elles sont encore juxtaposées. Ils se montrent encore sur ces lignes de contact sous forme de sillons ou de lignes grisâtres, souvent très-pâles, difficiles à voir sur l'animal vivant ou sur l'épithélium encore frais. Mais ils deviennent plus foncés, plus nets, quand les cellules se sont durcies et sont devenues plus granuleuses, par suite des premières modifications cadavériques qu'elles présentent après leur ablation ou après la mort de l'animal. Cer-

tains sels, comme l'acétate de plomb et surtout l'azotate d'argent, en se décomposant et se précipitant à la surface et dans l'épaisseur de ces cellules qu'ils colorent donnent à ces lignes (marquant les surfaces de contact réciproque des cellules) une plus grande épaisseur et une teinte plus foncée qu'à l'état frais. Cet aspect artificiel a par erreur été décrit comme dû à la présence d'un *ciment* (*Kittsubstanz*) intercellulaire, destiné à unir les cellules entre elles, mais par des auteurs ne connaissant pas le mode de génération et d'individualisation des épithéliums.

Les phénomènes remarquables qui viennent d'être décrits suffiraient à eux seuls, indépendamment de beaucoup d'autres, pour prouver qu'il n'est pas vrai que toute cellule naisse d'une autre cellule ou d'un noyau par gemmation ou prolifération interne ou externe, car la couche ou la masse de substance amorphe qui se segmentent entre les noyaux ne sont nullement des cellules. Il n'est donc pas exact de dire *omnis cellula à cellula* et de nier la formation d'une cellule par une substance non cellulaire. Ce n'est pas là non plus une scission de cellule débutant par celle du nucléole, suivie de celle du noyau et du corps de la cellule, mais il y a au contraire division d'une substance amorphe entre des noyaux que respectent les écartements moléculaires ayant l'aspect de plans ou lignes de segmentation et qui donnent une individualité sous forme de cellules à autant d'éléments qu'il y a de noyaux préexistants, ou à peu près. Les faits précédents répondent à un certain nombre de ceux qui mal observés ont reçu le nom inexact de *prolifération cellulaire*.

§ 4. — **Sur les modifications de la structure des cellules dans les épithéliomas de l'arachnoïde.**

Dans presque tous les épithéliomas arachnoïdiens, on trouve quelques cellules dans lesquelles s'est creusée une cavité pleine d'un liquide hyalin contenant quelques fines granulations grisâtres. Cette cavité est sphérique ou ovoïde, plus ou moins grande (pl. IX, *u*, *n*, *o*, *q*). Parfois elle l'est assez pour distendre et rendre sphéroïdale la cellule. Tantôt, elle repousse le noyau sur le côté de l'élément (*u*); d'autrefois, elle le circonscrit incomplétement (*n*)

ou complétement, de manière à ce qu'il flotte dans le liquide. Il est de ces cavités dans le liquide desquelles on voit un ou deux amas de granulations jaune foncé, amas arrondis ou ovoïdes. C'est dans le liquide des cavités de ce genre qu'il naît parfois des leucocytes en plus ou moins grand nombre ; c'est ce que l'on voit parfois dans des cellules des épithéliomas de l'anus, du gland, des joues, etc. (*Journal de la Physiologie*, 1859, p. 46).

Ce liquide incolore se distingue bien des corps solides, sphériques ou ovoïdes, incolores aussi qui, dans les épithéliomas arachnoïdiens, remplissent la cavité dont leur production a amené la formation au sein de beaucoup de cellules (pl. X, *u*, *y*, *r*, etc). Les différences se tirent de ce qu'on voit les granulations en suspension dans le liquide, agitées par le mouvement brownien, ce qui n'a pas lieu pour celles dont sont parsemés les corps solides (*q*, *s'*). De plus, en faisant rouler les cellules sous l'œil de l'observateur, ces derniers offrent un aspect particulier, dû à la manière dont ils réfractent la lumière ; aspect qu'on ne retrouve pas dans celles dont la cavité est pleine de liquide. Cette distinction n'offre ces difficultés, qui ne sont du reste pas grandes, que dans les épithéliomas des séreuses, car, dans ceux des muqueuses et de la peau, la couleur des corpuscules solides, développés dans les cellules, les fait ordinairement reconnaître aisément des cavités pleines de liquide.

Dans beaucoup des épithéliomas arachnoïdiens on trouve un assez grand nombre de cellules que la production d'un corpuscule solide, sphérique ou à peu près, a creusé d'une cavité exactement remplie par le corps lui-même, qui distend même toute la cellule (pl. X, *p*, *q*, *r*), ou la gonfle au niveau seulement du point qu'il occupe (*n*, *n*, *y*, *y*). Ce corps solide repousse le noyau s'il est placé à son niveau (*n*), ou si la cellule est petite (*p*, *q*) ; dans ce dernier cas, le noyau se présente sous des aspects différents selon qu'il est vu de côté (*p*) ou de face (*p'*). Il n'est pas très-rare de trouver deux corps solides dans une même cellule, soit directement contigus l'un à l'autre (*r*), soit séparés par une certaine portion de la substance de la cellule (*r'*). Il est même des cellules dans lesquelles on voit jusqu'à une dizaine de ces corps sphéroïdaux.

Lorsque les corpuscules solides grossissent outre mesure par rapport au volume de la cellule dont ils distendent la substance propre, celle-ci se résorbe graduellement jusqu'à disparition complète, vers les points particulièrement qui sont opposés à celui où est inclus le noyau (*s*, *s*, *s'*). Le corps solide mis à nu sur une portion plus ou moins grande de la surface est encore entouré et retenu dans la cellule, dont une ligne pâle, régulière ou non, indique le bord. On distingue alors très-bien ceux de ces corps qui sont tout à fait hyalins (*s*) de ceux qui sont finement granuleux (*s'*).

Les cellules, réduites par résorption à ne former plus qu'un cercle autour des globules ou une coque les recouvrant incomplétement (*s'*, *u'*), finissent par se rompre (*t*, *z*, *u'*) et à mettre ceux-ci en liberté (*v*, *v*). Souvent on trouve des globules en partie dégagés de la cellule dans laquelle ils se sont formés, ou encore par la pression, l'on opère cette mise en liberté en rompant l'élément.

Beaucoup de ces cellules, dont une partie de la substance s'est résorbée, et qui se sont séparées des corpuscules solides, ressemblent à des corps fibro-plastiques grêles avec un noyau central (*t'*) et montrent encore leurs extrémités infléchies ou sont courbés en demi-cercle. D'autres, qui ont cette forme, sont plus élargies et en forme de coquille vers leur milieu (*u*). Il est des tumeurs dans lesquelles on rencontre beaucoup de cellules qui doivent à ces modifications leur aspect de corps fusiformes.

Sur les corpuscules mis en liberté, on peut constater qu'ils ont à peu près la consistance de la cire. Souvent ils forment en certains points des tumeurs, des amas plus transparents que le reste du tissu et déjà apercevables à l'œil nu. Là, ils prennent parfois une forme un peu polyédrique par pression réciproque. Leur volume varie de 1 à 6 centièmes de millimètre environ.

La consistance des globules formant ces amas (*v*, *v*) permet de les distinguer aisément des gouttes de liquides pouvant résulter de l'altération sarcodique des éléments anatomiques dans les tumeurs commençant à se putréfier ; gouttes auxquelles par place ils ressemblent un peu par leur translucidité.

Lorsqu'on se trouve en présence de faits qu'il est si facile de constater, et dont les analogies avec ceux qu'on observe dans les autres épithéliomas sont si frappantes, on demeure profondément étonné de voir jusqu'où peuvent aller les erreurs auxquelles conduit l'absence de méthode dans cet ordre d'études. Lorsqu'on voit ainsi données comme étant des *sarcômes*, c'est-à-dire des tumeurs formées par le tissu cellulaire ou lamineux, des productions épithéliales des mieux caractérisées, on reconnaît combien sont illusoires les déterminations de la nature des produits accidentels fondées sur le seul examen de l'aspect d'ensemble du tissu fait à l'aide du microscope sous un faible grossissement, absolument comme on le faisait autrefois à l'œil nu. Or dans tous ces cas il s'agit de déterminer d'abord la nature spécifique des éléments prédominants, comparativement à ceux de même espèce qui siégent dans d'autres régions de l'économie, à l'aide d'un pouvoir amplifiant proportionné à la petitesse de leurs dimensions ; toujours ensuite il faut étudier l'arrangement réciproque de ces éléments entre eux et avec ceux qui les accompagnent accessoirement.

§ 5. — **Des globes épidermiques dans les épithéliomas arachnoïdiens.**

Ce qui frappe surtout, dès le premier coup d'œil jeté sur les préparations de ces tumeurs, ce sont les nombreux globes épidermiques que forment les cellules épithéliales pavimenteuses dans les tumeurs dont il est ici question.

On sait que, parmi les exemples les plus intéressants de texture par imbrication, on cite les *globes épidermiques*, qui sont des corps sphéroïdaux, cylindroïdes, etc., qu'on trouve en quantité plus ou moins considérable tant dans certaines couches épidermiques normales que dans les tumeurs épithéliales de la peau, des ganglions, des conduits excréteurs, des muqueuses et des séreuses. Ils ont depuis quelques centièmes de millimètre jusqu'à 2 et 3 millimètres de diamètre, surtout si plusieurs sont réunis ensemble.

Ils sont formés généralement d'une masse centrale constituée par une matière amorphe granuleuse ; celle-ci est entourée de

plusieurs couches de cellules épithéliales pavimenteuses, imbriquées comme les écailles d'un bulbe, quelquefois réellement soudées, généralement fort grandes, plus ou moins granuleuses, pourvues ou non d'un noyau ovoïde. Plusieurs groupes épidermiques sont quelquefois réunis ensemble et entourés d'une autre couche commune de cellules épithéliales ; alors ils forment des grains blanchâtres, ou d'aspect perlé (tumeurs épididymaires, etc.), visibles à l'œil nu. On en trouve à l'état normal dans les plis de l'œsophage et de l'anus, dans l'épiderme de la face interne du prépuce des enfants et de divers mammifères, surtout vers le repli balano-préputial. Ils ont pour centre ou *noyau* (dans le sens de noyau d'un calcul), soit une cellule devenue vésiculeuse ou granuleuse, soit un amas de granulations jaunâtres ou grisâtres, soit un grain calcaire, une goutte graisseuse ou même de l'hématosine ainsi que j'en ai vu des exemples. Or, dans les épithéliomas de l'arachnoïde et des autres séreuses, les globes épidermiques, petits, ovoïdes ou arrondis, comme ceux des tumeurs de la peau, quelle qu'en soit la forme, sont souvent accumulés de manière à former des grains visibles à l'œil nu, entourés ou non à leur tour par des couches épithéliales ; ces derniers sont en outre réunis dans certaines portions de la tumeur d'une manière qui n'est pas dépourvue de régularité, et donnent à ces portions une friabilité, un aspect grenu et une coloration qui ne sont pas les mêmes que dans les autres points. On en trouve parfois des amas de vingt à trente, directement contigus ou un peu séparés les uns des autres par des cellules pavimenteuses, non imbriquées, des noyaux nombreux et de la matière amorphe finement grenue, non individualisée en cellules par segmentation. C'est entre ces amas que se voient des cloisons minces de tissu lamineux vasculaire, qui s'en distinguent aisément et dans lesquelles les fibres sont, soit à l'état de corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés, soit à l'état de complet développement. Ces globes épidermiques, sous une texture commune, offrent de nombreuses variétés d'aspect extérieur et de dimensions.

Ils ont tous pour centre soit un amas ou globule de granulations foncées, jaunâtres (pl. IX, *c*, *d*, *e*), soit une cellule épithé-

liale granuleuse, soit une cellule excavée remplie par un des globules hyalins décrits dans le paragraphe précédent, soit une cellule excavée pleine de liquide dans lequel souvent se trouve un amas de granulations jaunâtres foncées (*f*). Parfois ce centre ou noyau (dans le sens du noyau d'un calcul) est composé d'un amas de granulations grisâtres, assez foncées, parsemées d'un nombre variable de noyaux ovoïdes, semblables aux noyaux libres d'épithélium (*g*, *m*) et plus ou moins difficiles à entrevoir. En général, les globes qui ont un centre ainsi constitué sont petits, formés d'une à trois couches seulement de cellules épithéliales. Ils ressemblent alors beaucoup aux éléments décrits dans ces tumeurs par Lebert (*Physiologie pathologique*, 1845, t. II, p. 151) sous le nom de *cellules-mères* et cellules *noyaux multiples*.

Dans tous les épithéliomas arachnoïdiens, on trouve des globules épidermiques qui ont pour centre un ou plusieurs (pl. IX, *a*) grains calcaires, jaunâtres, à contour foncé, homogènes ou à stries concentriques. Il est de ces tumeurs dans lesquelles tous ou presque tous les globes épidermiques ont pour centre un ou plusieurs de ces grains calcaires, sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Enfin, dans toutes ces productions morbides, il est des globes épidermiques composés, c'est-à-dire qui ont pour centre deux ou trois des plus petits globes (*d*) entourés par des couches concentriques communes. Ceux-là atteignent souvent, mais non toujours, un volume plus considérable que celui des autres.

Autour du centre soit calcaire, soit granuleux, etc., de ces globes, les cellules épithéliales sont appliquées concentriquement, et, vues par lumière transmise sous le microscope, c'est leur tranche qu'elles permettent de distinguer le mieux, ainsi que les plans de contact des unes avec les autres. Ces plans de juxtaposition se montrent sous l'aspect de lignes foncées, pendant que la substance de la cellule vue de champ ressemble à une bandelette fusiforme, plus ou moins effilée, plus claire, placée entre deux de ces plans ou lignes plus foncées. D'une tumeur à l'autre, on trouve ces cellules presque toutes pourvues d'un noyau (pl. IX, *a*, *c*, *d*, *f*), ou au contraire en étant dépourvues toutes ou pour la plupart (pl. X, *x*).

Ce sont ces lignes foncées des plans d'application réciproque des cellules imbriquées, vues de champ et les bandes claires interposées représentant l'épaisseur des cellules ainsi vues par leur tranche que beaucoup de médecins ont décrites comme étant des fibres lamineuses et même, qui plus est, comme des fibres élastiques ; car parfois en effet la substance des cellules épithéliales (mais surtout dans les épithéliomas cutanés et des muqueuses), réfractent assez fortement la lumière et la teintent en jaune. On comprend dès lors que, de là à confondre les globes épidermiques avec les cloisons de tissu lamineux interposées aux amas ou lobules qu'ils forment, il n'y a qu'un pas.

Il est impossible de se rendre compte d'une pareille confusion, entre des objets d'une nature et de caractères anatomiques si différents, que comme une conséquence de l'emploi de grossissements trop faibles pour faire constater ces caractères distinctifs, en dehors de l'aspect général le plus grossier ; que comme une conséquence aussi de l'absence de détermination de la nature des tissus par la détermination de chacune des espèces d'éléments qui les composent.

Rien de plus facile, en effet, que de reconnaître la constitution réelle des globes épidermiques. Souvent déjà, en les faisant rouler sous un grossissement de 500 diamètres environ, on voit à la surface des globes le contour des cellules adhérentes les unes aux autres, surtout quand on a gonflé celles-ci avec de l'acide sulfurique ou de la potasse. D'autre part, on les fait éclater assez aisément par compression, et l'on voit alors les cellules se desquamer et devenir des plus nettement reconnaissables (pl. IX, *m*, *h*).

Les cellules ainsi détachées des globes épidermiques conservent presque toujours la forme courbée et concave d'un côté qu'elles avaient eu jusque-là (*t*).

Ces faits ont certainement de l'importance, car il sera toujours étrange de voir ces tumeurs déterminées comme étant formées par du tissu cellulaire ou lamineux, alors que l'épithélium l'emporte sur les autres éléments, et y présente la texture ou arrangement réciproque des cellules, qu'il offre dans les épithéliomas cutanés et des muqueuses. On ne saurait donc à aucun titre ranger parmi

les *sarcômes* (en supposant même qu'on dût conserver ce mot en lui donnant le sens de tumeur formée par du tissu lamineux ou connectif à divers degrés d'évolution), puisque c'est l'épithélium et non le tissu lamineux qui en est la partie fondamentale, celui-ci n'étant que l'accessoire, c'est-à-dire la trame et non la chaîne. Du reste, Virchow reconnaît lui-même qu'on ne doit *déterminer l'espèce de ces tumeurs qu'en partie d'après leur contenu en grains de sable, et en partie et essentiellement d'après l'espèce du tissu constituant* (*loc., cit.*, p. 109).

Cette détermination précise de la nature de ces tumeurs est d'autant plus importante, que les enveloppes fibreuses et lamineuses du cerveau (dure-mère et pie-mère) sont quelquefois le point de départ de tumeurs, composées principalement soit de fibres lamineuses complétement développées, soit de ces fibres à l'état de corps fibro-plastiques. Mais indépendamment de ce qu'on n'y trouve pas les noyaux, les cellules et les globes épidermiques caractérisant les épithéliomas de l'arachnoïde, on n'y voit pas non plus les fibres du tissu lamineux disposées en couches concentriques autour des grains calcaires, quand elles en renferment; pas plus qu'on ne voit ces fibres enroulées en globes autour des grains calcaires de certains faisceaux de la pie-mère et des espaces sous-arachnoïdiens, ou autour de ceux des glandes de Pacchioni, de ceux de la trame lamineuse des plexus choroïdes et de leurs saillies ou petites tumeurs polypiformes, du tissu fibrillaire de la cérébro-sclérose (1), des tumeurs provenant du tissu des bulbes dentaires, de la trame fibreuse de certaines hypertrophies glandulaires, etc.

Les faits de cet ordre suffiraient déjà à eux seuls, indépendamment de ceux dont il sera question plus loin, pour montrer que la présence des grains calcaires dans des produits morbides ne saurait servir de base scientifique au rapprochement et à la description sous un même nom et en un seul groupe, de toutes les tumeurs des plexus choroïdes, de l'arachnoïde, etc., qui ren-

(1) Voyez Ch. Robin et Miltenberger, *Observation de sclérome cérébral* (*Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*. Paris, 1854, in-8, p. 129).

ferment ces concrétions. Une pareille manière de faire, subordonnant le principal à l'accessoire de la manière la plus singulière, conduirait en effet à réunir non-seulement des tumeurs aussi différentes que les épithéliomas arachnoïdiens et les tumeurs fibreuses des plexus choroïdiens, mais encore les tumeurs à grains calcaires dérivant du tissu des bulbes dentaires (sur lesquelles nous reviendrons ci-après), et même les tumeurs de nature glandulaire du voile du palais, contenant des concrétions calcaires tant dans leur trame fibreuse que dans leurs culs-de-sac (Voyez Ch. Robin. Dans Rouyer, *Sur les tumeurs de la région palatine; Moniteur des hôpitaux.* Paris, 1856, in-4°, p. 441), et dans Fano. (*Des tumeurs de la voûte palatine et du voile du palais.* Paris, 1867; in-8°, p. 71, pl. I et II.)

§ 6. — **Remarques sur les grains calcaires observés au centre de beaucoup de globes épidermiques.**

Revenons sur les grains calcaires réfractant fortement la lumière et lui donnant une teinte jaunâtre qui occupent le centre de globes épidermiques, dont ils représentent en quelque sorte le noyau à la manière du *noyau d'un calcul.* Leur diamètre varie de 1 à 8 centièmes de millimètre. Les minces cellules imbriquées forment autour de ce centre à contour foncé une zone transparente, incolore, qui, sur beaucoup de globes, est bien moins épaisse que ce *noyau* lui-même.

Ces grains calcaires sont arrondis ou ovoïdes, à surface régulière ou mamelonnée. Ils sont uniques ou multiples et alors juxtaposés à la manière d'un corps segmenté en plusieurs parties (pl. IX, *a*). Il est facile de distinguer ceux qui sont ainsi naturellement divisés en plusieurs segments, avec ou sans stries concentriques, de ceux qui ont été brisés en morceaux plus ou moins irréguliers par une pression trop forte exercée sur les globes épidermiques. Que ces grains calcaires centraux soient ou non pourvus de stries concentriques, ils sont en général à surface lisse ; mais cependant on en trouve qui en portent un deuxième plus petit sur un point de leur pourtour et d'autres même qui sont mamelonnés. Mais ces derniers sont très-rares dans les globes épidermiques, tandis que

c'est là leur état habituel dans la glande pinéale ; de plus, les grains mûriformes de cette glande atteignent ordinairement un volume plus grand que ceux des globes épidermiques. Il en est de même des grains du *sable cérébral* de la trame et des vaisseaux des plexus choroïdes, qui pourtant ne sont pas mamelonnés, mûriformes, comme ceux de la glande pinéale.

Il n'est pas rare d'en rencontrer qui sont ovoïdes, très-allongés, ou formant de véritables cylindres ou bâtonnets aciculaires microscopiques, épais de 2 à 7 centièmes de millimètre, terminés par une extrémité mousse ou plus ou moins effilée. Lorsque dans une préparation examinée à une faible grossissement, il s'en trouve beaucoup qui sont entrecroisés en diverses directions, ils lui donnent un aspect curieux et élégant. Il semble que ce sont des grains de ce genre qui ont été vus par Lebert lorsqu'il parle d'un réseau d'*aiguilles osseuses* dans certains sarcômes de la dure-mère. Ils ont été bien décrits du reste par Virchow, qui les considère comme occupant l'*intérieur des faisceaux du tissu connectif* (*loc. cit.*, p. 104 et 111). Mais il est facile de s'assurer que ces derniers corps calcaires occupent le centre de *globes épidermiques* cylindroïdes, dont les bouts dépassent plus ou moins ceux du bâtonnet calcaire. Parfois même il y a plusieurs de ces corps calcaires, courts, ovoïdes ou fusiformes, placés à la suite l'un de l'autre avec un certain intervalle entre eux, dans l'axe de ces cylindres épithéliaux.

Les cellules qui forment ces derniers *globes* épithéliaux sont souvent tellement cohérentes entre elles qu'on ne distingue pas aussi aisément les unes des autres les lignes concentriques indiquant leurs surfaces de juxtaposition que sur les *globes* épidermiques, sphériques ou sphéroïdaux, déjà décrits. Les noyaux, eux-mêmes, manquent sur un grand nombre de ces cellules, et quand ils existent, ne se voient souvent qu'après l'action de l'acide acétique ou du mélange nitro-chlorhydrique très-étendu. En outre, elles se détachent bien plus difficilement du cylindre ainsi formé que sur les autres globes épidermiques. Ces couches épithéliales et surtout leur portion cylindroïde plus ou moins effilée qui s'étend au delà des extrémités du bâtonnet calcaire qui en

occupent le centre sont fréquemment jaunâtres, d'aspect analogue à celui des bouts de certains prolongements de la gaîne épithéliale des papilles linguales du Lapin, etc. Il n'est pas rare de voir dans ces prolongements des traînées ou des amas de granules graisseux. Il est facile de constater que ces cylindres avec ou sans concrétion calcaire centrale ne sont pas fibrillaires et ne réagissent pas au contact de l'acide acétique, etc., comme les faisceaux des tissus fibreux et lamineux.

On sait que parmi les *globes épidermiques* blancs et opaques, plus ou moins volumineux des épithéliomas de la langue, de la peau, etc., et il en est qui sont plus ou moins réguliers, qui envoient à leur périphérie des prolongements digitiformes mamelonnés ou papilliformes, au nombre de 3 ou 4 environ. Or, dans les tumeurs dont il est ici question, il existe parfois des *globes épidermiques*, qui offrent une disposition analogue, c'est-à-dire des prolongements plus ou moins grêles et plus ou moins longs, se détachant au nombre de 3 à 5 autour d'une masse centrale. Lorsque ces singuliers corps contiennent un noyau calcaire, celui-ci reproduit au milieu de la masse et de ses prolongements leur figure générale.

Les globes épidermiques à centre calcaire se trouvent mêlés aux autres dans presque toutes les tumeurs épithéliales intra-crâniennes adhérentes à la dure-mère, soit isolément, soit par groupes, surtout dans le voisinage de la portion adhérente de la masse morbide. Il est de ces épithéliomas dans lesquels ils sont tellement abondants qu'au lieu de laisser e tissu friable et plus ou moins glutineux, ils le rendent lourd, jaunâtre ou d'un gris jaunâtre, plus ou moins opaque, dur et pourtant friable, facile à réduire en pulpe sablonneuse, mais, par suite, difficile à trancher en coupes minces. Dans certains points ou même dans tout le produit morbide, on peut voir alors la masse de la substance calcaire l'emporter plus ou moins sur les parties molles ou éléments essentiels du tissu.

Les tumeurs dont la texture a subi ces modifications sont remarquables, en outre, par ce fait que, entre les globes épidermiques, on voit un très-grand nombre de noyaux libres d'épithé-

lium avec ou sans nucléole et peu de cellules. Ces dernières sont presque toutes très-pâles, irrégulières, à noyau placé sur un côté quand elles sont polygonales. D'autres, petites et irrégulières également, sont comme formées d'un noyau central avec des prolongements irréguliers, granuleux ou non, plus ou moins longs.

Malgré ces dispositions, on rencontre encore entre les amas de *globes ou cylindres épidermiques* ainsi constitués de minces traînées de tissu lamineux, avec des vaisseaux capillaires ou même des vaisseaux assez gros pour être apercevables à l'œil nu, soit entre les lobes de la tumeur disséquée, soit à la surface des coupes, où, par la pression, ils laissent suinter du sang ou de la sérosité sanguinolente (1).

Dans les tumeurs de cet ordre, où par leur nombre les globes épidermiques contenant un noyau calcaire central modifient la couleur et la consistance du tissu, leur influence sur ces caractères est à cet égard analogue à celle qu'ont sur le tissu des tumeurs provenant d'une hypergenèse du tissu des bulbes dentaires les grains calcaires plus ou moins nombreux que renferment certaines de ces productions morbides. Ces grains rendent aussi ces dernières d'un blanc jaunâtre, opaques, peu dépressibles, difficiles à trancher, d'une coupe un peu grenue ou comparable à celle d'une pomme de terre (Voyez Ch. Robin, *Mémoire sur une espèce de tumeurs des bulbes dentaires. Comptes rendus et Mém. de la Soc. de biologie.* Paris, 1862, in-8°, p. 220 et 301.)

Le nombre des globes épidermiques ayant pour centre un grain calcaire arrondi ou aciculaire n'est du reste pas proportionnel aux dimensions des tumeurs. J'en ai vu une du volume d'une petite noisette et une autre grosse comme un œuf de poule dans lesquelles presque tous les globes sphéroïdaux ou digitiformes aciculaires contenaient de ces grains, et dont le tissu avait l'aspect

(1) On voit aussi dans les tumeurs, dues à l'altération des épithéliums glandulaires dite cancer encéphaloïde, les cloisons inter-acineuses réduites çà et là à de rares fibres lamineuses, isolées ou réunies en très-petit nombre, tandis que les capillaires sont très-nettement isolables entre les culs-de-sac devenus énormes et arrivés à l'état de cylindres épithéliaux, contre lesquels rampent ces capillaires. Souvent ces derniers (avec ou sans dilatations variqueuses), montrent les noyaux des cellules épithéliales qui les forment faisant saillie soit en dedans soit en dehors.

qui vient d'être signalé; tandis que sur d'autres plus petites ou plus grosses que cette dernière, le tissu avait la couleur et la consistance dites *sarcomateuses* décrites plus haut, avec des globes épidermiques ayant un centre granuleux ou calcaire en quantité relative très-variable.

Ces grains calcaires se dissolvent dans l'acide chlorhydrique assez lentement et en dégageant de l'acide carbonique, mais en assez petite quantité pour qu'il soit probable qu'ils renferment plus de phosphate de chaux que de carbonate de chaux. Ils laissent après eux, sous le microscope, une gangue incolore ou grisâtre finement grenue, assez molle, formée de substance organique, conservant parfois la trace des stries concentriques que présentaient les concrétions calcaires.

On sait aujourd'hui que, contrairement à ce qu'ont pensé divers auteurs, cette substance organique n'est pas un reste des cellules du tissu dans lequel se forment ces concrétions (Voyez Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. II, p. 240).

Notons ici que, bien qu'on rencontre des grains calcaires arrondis, à surface lisse ou mamelonnée, dans quelques-unes des tumeurs du tissu mou, friable, pulpeux, gris, rosé ou blanchâtre (*encéphaloïde*), souvent très-vasculaires, formées par une hypertrophie de la glande pituitaire, ces concrétions ne sont jamais au centre de globes épidermiques. Ces grains sont fort différents de ceux qui existent dans les vésicules closes de la glande normale et qui sont de nature azotée (1).

Enfin, tous ces faits relatifs à la structure des globes des épithéliomas de l'arachnoïde et à la présence ou à l'absence des grains calcaires dans leur centre, sont d'autant plus importants à noter au point de vue de la détermination de la nature des produits morbides intra-crâniens, qu'il existe des tumeurs épithéliales des plexus choroïdes qui renferment un nombre plus ou moins considérable de grains calcaires, tels que ceux que présentent

(1) Voyez Grandry, *Sur les glandes pituitaire et pinéale*. Année 1867 de ce recueil, p .404.

normalement les plexus choroïdiens de l'homme (1), sans que ces concrétions soient entourées de couches concentriques d'épithéliums. (Voyez Ch. Robin et Blondel, *Tumeur épithéliale des plexus choroïdes. Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*. Paris, 1858, in-8°, p. 60.)

Observations sur la signification pathologique des faits précédents. — Ainsi l'on voit que, lors même que les grains calcaires arrivent dans quelques cas à l'emporter, quant au volume et au poids, sur les autres éléments de ces épithéliomas, cela n'est pas primitivement, et leur nature épithéliale n'en persiste pas moins.

Comme le remarque Virchow lui-même, leur production est *la conséquence de certaines évolutions pathologiques* (p. 109).

Aussi encore une fois, à moins de prendre l'accessoire pour le principal, de la manière la plus illusoire, rien ne justifie l'idée de réunir comme formant un groupe spécial de tumeurs, sous les noms déjà multiples d'*acervuloma* (H. Meckel), *psammôme* (Virchow), *sarcôme angiolitique* (Cornil et Ranvier), les espèces de productions morbides si différentes par leur composition organique élémentaire et leur texture citée dans les paragraphes précédents (p. 245 et suivantes).

Si les concrétions de phosphate et de carbonate de chaux des plexus choroïdes étaient du sable, et si *acervulus* voulait dire autre chose qu'une *petite éminence* ou un *petit amas*, les deux premières de ces dénominations pourraient être appliquées à la désignation de quelques-unes des petites saillies morbides ou séniles de ces organes qui renferment une masse de grains calcaires, plus grande que celles que représentent le tissu lamineux et les vaisseaux de ces productions. Mais dans l'état réel des choses, les tumeurs intra-crâniennes ou autres plus ou moins parsemées de ces granules ne méritent pas plus de constituer un groupe spécial, et

(1) Il est probable que c'est par erreur de traduction que dans la *Pathologie des tumeurs* de Virchow (trad. fr., 1869, t. II, p. 115) les grains minéraux des tumeurs cérébrales sont indiqués comme *siliceux*; car, bien que Faivre ait noté la présence de traces de silice dans les concrétions des *glandes* de Pacchioni et des plexus choroïdes on sait que le phosphate et le carbonate de chaux, des traces de sels de magnésie et de soude sont les principes constituants qui l'emportent dans ces grains et non la silice que nul ne signale avant Faivre (*Ann. des sciences nat.*, 1852 et 1857).

de recevoir un nom distinct que les tumeurs dites *corps fibreux* de l'utérus, etc., incrustées de carbonate et de phosphate calcaires, n'ont dû être décrites comme différentes originellement et génériquement de celles qui ne sont pas encroûtées de la sorte.

Ainsi les dénominations précédentes sont non-seulement inexactes au point de vue de leurs rapports étymologiques avec la nature chimique des concrétions quelles désignent, mais encore elles ne sont applicables qu'à l'un des états évolutifs de quelques-uns de ces épithéliomas et même pas à tous, alors que pourtant il est des tumeurs non épithéliales des mêmes régions qui présentent de ces grains calcaires.

Faisant allusion à ces diverses productions morbides en général, et spécialement à celles qui dérivent des plexus choroïdes mentionnées ci-dessus, Virchow exprime la pensée que : « La structure de toutes ces formations révèle déjà une *origine irritative*, et les présente comme des produits d'une *irritation chronique* ; mais cela résulte encore bien plus clairement de leur apparition dans ces *irritations chroniques* du plexus choroïde et de l'épendyme, telles qu'elles ne sont pas rares chez les aliénés et dans les maladies convulsives » (*loc. cit.*, p. 110).

Que ces expressions soient employées pour désigner la génération en proportion exagérée, pour telle région donnée de l'économie, de telle ou telle sorte d'éléments anatomiques, avec ou sans productions calcaires, ou à tout autre fait morbide analogue, le mot *irritation* (ainsi appliqué à autre chose qu'à l'indication de quelques troubles ou excès des activités nerveuses ou musculaires), ne signifiera toujours que l'introduction purement subjective et ontologique dans l'interprétation des phénomènes de la vie végétative d'une pure entité ; car l'irritation nerveuse et musculaire, de la notion desquelles dérivent toutes les autres conceptions de ce genre ne sont, quoi qu'on fasse, aucunement différentes de l'innervation d'une part, et de la contractilité de l'autre.

Quoi qu'on fasse également, il ne saurait y avoir d'*irritation* sans *irritant*, et l'on ne saurait comprendre ce qu'est cette *irritation chronique* tant que manque la désignation corrélative du

siége et de la nature de l'*irritant* agissant *chroniquement ;* sans cela, rien de plus insaisissable et de plus indéterminé que ce que peut être en réalité cette *origine irritative;* c'est là ce qu'on nomme se payer de mots d'une manière purement fictive; car la structure des produits morbides nous révèle la nature et l'arrangement des éléments anatomiques qui les composent, les analogies et les différences qu'offre leur tissu à telle ou telle période évolutive, comparativement aux autres tissus de l'économie, les connexions organiques que ces produits ont avec tels ou tels de ces derniers dans chaque organe ; mais cette structure ne nous révèle rien de plus ; rien de plus surtout quant à ce que nous appelons l'origine des tumeurs, des indurations, des ramollissements, des ulcères, etc.

Il est vrai que M. Virchow (*Gazette hebdomadaire*. Paris, 1868, p. 534), changeant arbitrairement l'ancien sens du mot *irritation*, a désigné par ce terme : « les processus actifs provoqués par les irritants », et par le mot *irritabilité*, « les propriétés actives dont les irritants sollicitent les manifestations. Ces activités sont de trois espèces bien distinctes, suivant que l'acte qui en résulte est un acte de nutrition, un acte de formation, ou un acte purement fonctionnel ».

Ainsi qu'on le voit, pour désigner les qualités communes à toute substance organisée, ce langage emprunte ses termes à l'un de ceux qui servent d'ordinaire à désigner certains degrés et certaines formes de l'innervation psychique et motrice, c'est-à-dire de l'activité encéphalo-spinale, qui est l'activité de l'un des états spécifiques de la matière organisée. En outre, l'existence de *trois espèces bien distinctes* d'irritabilités implique inévitablement celle d'un *genre* embrassant leurs attributs communs, l'esprit ne pouvant faire autrement que de placer la notion de *genre* au-dessus de celle d'*espèce*, dès l'instant où il y a plus d'une espèce de quelque chose que ce soit.

Autant qu'il est possible de saisir la valeur des mots, quand on les fait passer d'un sens très-spécial à un sens général, ce que M. Virchow appelle *irritabilité* est simplement ce que, depuis plusieurs générations, nous appelons d'une part *fonction*, *activité*

fonctionnelle, *acte fonctionnel*, et de l'autre, *propriétés d'ordre organique*, *propriétés élémentaires* ou *des éléments anatomiques*, telles que la nutrition, le développement, la génération.

Ce qu'il nomme *irritation* est le fait de l'accomplissement de ces actes. M. Virchow procède ici comme l'on a procédé à juste titre à l'égard de quelques-unes des propriétés d'ordre organique, en appelant *contractilité* la propriété de se raccourcir avec augmentation d'épaisseur qui appartient aux fibres musculaires, et *contraction*, l'accomplissement brusque ou lent de ce raccourcissement.

Mais il est impossible de trouver là quoi que ce soit qui ne fût connu et nommé, et quoi que ce soit pouvant justifier le sens nouveau donné à des termes qui ont toujours eu une signification différente de celle-là.

Que sont les *irritants* qui provoquent les *processus actifs* et sollicitent les manifestations des *propriétés actives* ? C'est ce qu'il eût été important de bien spécifier, car, autrement, on est forcé de dire que les *irritants* sont ce qui *provoque l'irritation* et ce qui *sollicite les manifestations de l'irritabilité;* ce qui serait là, répondre à la question par la même chose que ce qui est demandé.

Toutefois, M. Virchow rappelle plus loin qu'il a écrit en 1858 que « les activités de la cellule ne dépendent que de la matière qui la constitue et des influences agissantes qui lui viennent du dehors ».

Il est manifeste actuellement que les *irritants* sont les *influences* qui, *du dehors*, viennent à la cellule. Or, non-seulement jamais il ne sera logique de donner le nom d'*irritants* aux conditions d'existence et d'activité d'un organisme et de ses parties constituantes, mais encore ce que dit là M. Virchow n'est que la reproduction de données, qui, depuis longtemps, sont familières aux savants français. « L'idée de vie, dit A. Comte, suppose constamment la corrélation nécessaire de deux éléments indispensables, un *organisme* et un milieu ou ensemble total des *circonstances extérieures* d'un genre quelconque, compatibles avec l'existence de ce dernier. C'est de l'action réciproque de ces deux éléments que résultent inévitablement tous les divers *phénomènes vitaux*,

non-seulement animaux, mais aussi organiques ou végétatifs » (A. Comte, *Cours de philosophie positive*. Paris, 1838, t. III, 40e et 41e leçons, et surtout p. 301, 532 à 535). Et pour A. Comte, un *organisme* est un système de parties élémentaires indivisibles, plus ou moins hétérogènes les unes aux autres, artificiellement séparables et décomposables, formant un tout unique, temporairement indissoluble et concourant à un but commun.

Il y a donc longtemps qu'il est bien déterminé que les propriétés qui escortent la substance organisée tant qu'elle conserve son intégrité (et, à plus forte raison, les actes complexes résultant de la manifestation simultanée de ces propriétés), se manifestent normalement, se modifient ou même disparaissent complétement, suivant que les conditions nécessaires à leur manifestation se trouvent plus ou moins bien réalisées.

Ces conditions sont de *deux ordres :* les premières sont *intrinsèques*, c'est-à-dire relatives à la constitution physique et moléculaire des éléments anatomiques ; ou mieux, à la nature chimique, aux proportions quantitatives et à l'état physique des diverses espèces de principes immédiats dont ces éléments se composent. Ces principes immédiats sont nombreux, presque tous peu stables par eux-mêmes et moins stables encore dans leurs combinaisons réciproques, ce qui favorise singulièrement le mouvement d'*élimination* et d'*assimilation*, et, par suite, la nutrition. Quand l'échange a lieu entre des principes immédiats analogues à ceux qui composent normalement les éléments anatomiques, la nutrition s'opère régulièrement ; quand, au contraire, il s'introduit des principes étrangers à la place des principes normaux, la nutrition est viciée et l'organisme souffre. Cette mobilité chimique des principes immédiats, si nécessaire et si bien appropriée à la rénovation moléculaire des éléments anatomiques, explique en même temps les variations nombreuses que l'on observe dans la manifestation des propriétés d'ordre organique ou vital.

Les autres conditions sont *extrinsèques*, c'est-à-dire extérieures à la substance même qui agit, qui possède les propriétés : conditions de température, d'humidité maintenue par des humeurs de différentes natures, etc.; ces conditions, bien qu'intérieures par

rapport à l'organisme tout entier, n'en sont pas moins extérieures par rapport à l'agent essentiel (fibre, tube ou cellule). Elles sont aux éléments anatomiques, acteurs intimes de l'organisme individuel, ce que les milieux atmosphériques (eau, air, etc.) sont aux végétaux et aux animaux envisagés collectivement.

On comprend donc difficilement qu'on puisse encore confondre sous le nom commun d'*irritants* ou d'*excitants* de la matière vivante : 1° les principes immédiats, normaux ou accidentels, qui participent aux actes de génération, de nutrition et de développement des éléments anatomiques, 2° les conditions physiques et chimiques qui amènent les manifestations de l'innervation et de la contractilité ; 3° enfin, l'innervation motrice qui, en passant du tube nerveux à la fibre musculaire, suscite la contraction.

Puisque la nutrition, la génération et le développement ne peuvent avoir lieu sans l'intervention des principes immédiats, on ne saurait étudier ces propriétés sans tenir compte de ceux-ci, et l'on ne peut les dire *irritants* ou *excitants*, puisque sans eux il n'y a ni substance organisée, ni qualités qui lui soient propres ; puisque, en un mot, d'une part, ils constituent cette substance elle-même et que sans leur intervention incessante, d'autre part, elle demeure inerte, en dehors des propriétés qu'elle partage avec la matière brute. Il y a là une erreur qui a pour cause l'absence complète de méthode dans l'étude des principes immédiats et des lois de leur association moléculaire dans la substance même, configurée ou non en éléments anatomiques ; elle a pour cause non moins importante le peu d'attention que beaucoup mettent à distinguer les divers degrés de complication croissante, qu'à partir de ce premier terme présente l'*état d'organisation*.

§ 7. — **Remarques générales sur les faits exposés dans les paragraphes précédents.**

On sait qu'il n'est aucune investigation scientifique, de quelque ordre qu'elle soit, qui se borne à l'observation pure, toute observation entraînant au moins les rudiments d'une comparaison entre les diverses faces d'un objet ou les phases successives d'un phénomène, et cela sans parler des cas si nombreux dans lesquels

doit intervenir l'expérimentation. Mais on sait de plus que c'est dans les investigations biologiques que l'emploi de la comparaison acquiert son plus haut degré de développement. Ici les comparaisons doivent être poursuivies méthodiquement sous divers aspects, tant au point de vue anatomique et biotaxique, que sous le rapport physiologique. On peut les rapporter à cinq chefs principaux, susceptibles d'être classés dans l'ordre de leur enchaînement naturel et de leur valeur scientifique croissante.

En premier lieu, tout être, toute partie simple ou composée, tous les phénomènes d'ordre organique doivent être comparés avec eux-mêmes, de tel moment de leur existence à tel autre l'ayant précédé ou à quelque autre observé consécutivement. Ce motif essentiel de comparaison est celui qui nous donne la notion d'évolution, composée elle-même de diverses phases, qui, dans l'ordre statique, marquent des termes ou âges plus ou moins caractérisés. Cette comparaison d'une partie avec elle-même est la plus élémentaire, la plus simple qu'on puisse concevoir. C'est pourtant celle qui donne le plus nettement une idée nette du procédé comparatif, celle en l'absence de laquelle aucune des autres n'offre de base solide, celle qui seule leur permet d'acquérir leur étendue et leur fécondité. C'est elle qui, détachée du reste de la biologie avec un certain nombre de données anatomiques et physiologiques, a servi de base à l'institution de l'embryogénie.

Sans rappeler ici quels sont les intermédiaires (1), signalons que le cercle des comparaisons biologiques se ferme à l'aide d'un terme complémentaire, nécessaire dans la majorité des cas, lié au fond avec le premier, et qui comprend la comparaison des états accidentels ou morbides et tératologiques des êtres, de leurs parties et de leurs actes, à leurs états normaux, en prenant pour point de départ l'un quelconque ou la totalité des aspects généraux sous lesquels doit être poursuivie la comparaison biologique.

Ainsi le cycle des modes de la comparaison est clos par celui de ces modes qui embrasse les relations établies entre les cas anormaux soit naturels ou tératologiques, soit accidentels ou patho-

(1) Voyez *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.* Paris, 1869, in-8°, article BIOLOGIE, t. IX, p. 497.

logiques, avec les phénomènes normaux d'une part, et les uns avec les autres d'autre part. Il se lie au premier en ce qu'il nous montre l'excès ou les aberrations dont l'examen des parties et des actes suivant les âges nous a fait voir l'ébauche, la persistance ou l'affaiblissement. Comme il s'agit dans toute étude des corps organisés d'objets en voie incessante de changements, ce mode de comparaison tend à mieux nous faire apprécier la nature de l'état moyen ou normal, en nous montrant l'un des extrêmes auquel peut atteindre tout état d'organisation et tout acte correspondant alors que l'autre terme, c'est-à-dire celui de leur début, nous avait été décelé par l'investigation embryogénique suivie de celle des premiers âges.

Mais il est facile de comprendre que nulle étude des états accidentels n'a de valeur quelconque si elle ne s'appuie sur la comparaison préalable parfaitement établie des modifications régulières successivement présentées pendant la série naturelle des âges. Chaque partie, comme chaque être, parcourt en quelque sorte, pendant la durée de son existence évolutive, une courbe d'abord ascendante, qui, après avoir atteint son summum, devient descendante jusqu'à son autre extrémité que marque la mort. Cette courbe diffère de l'une à l'autre des parties comme de l'un à l'autre des organismes que celles-ci constituent, et la vie comme l'organisation communes ne sont que les résultantes de l'organisation et de la vie de chacune des premières. Or, les anomalies, comme les modifications morbides anatomiques et fonctionnelles, marquant l'excès, la diminution ou l'aberration, représentent en quelque sorte autant de points singuliers de cette courbe, déviations qui correspondent à autant de changements de la constitution et des actes organiques naturels et dont, manifestement, la nature ne saurait être saisie sans une connaissance exacte des états et des actes normaux dont la série ou la succession représente cette courbe.

C'est ainsi que la science passe rationnellement de la considération de l'état normal, indispensable d'abord à la pathologie humaine, par la pathologie comparative, dont l'étude plus minutieuse encore que celle de l'état sain, devra conduire à en perfec-

tionner les lois en étendant leur portée primitive. Du reste, la pathologie comparative achève et complète l'ensemble de nos moyens d'exploration biologique, au même titre que l'examen pathologique complète sur certaines questions les enseignements de l'expérimentation proprement dite. Souvent, à cet égard, l'extension de l'étude des caractères normaux de bien des tissus, jusqu'à l'observation de leurs états morbides, est indispensable. Il ne saurait en être autrement, dès l'instant où il s'agit de juger les dispositions et les mouvements d'une substance en voie incessante de changements, dont, par suite, l'état intermédiaire ou normal ne saurait être bien déterminé qu'après l'examen des états extrêmes, tant originel que d'aberration morbide ou accidentelle.

Sans appartenir comme partie constituante à la biologie abstraite, la pathologie comparative est, au contraire, au point de vue scientifique et de la prévoyance des phénomènes, l'une des applications concrètes de la biologie, constituant la base rationnelle indispensable, de l'art médical envisagé dans sa plus complète extension.

On voit comment l'anatomie et la physiologie pathologiques ne constituent en fait qu'une suite de ces mêmes sciences, envisagées non plus au point de vue des lois naturelles, mais sous celui de leurs applications à nos besoins ; car la pathologie repose essentiellement sur la comparaison des organes et des actes, non plus essentiellement avec leurs analogues dans une autre espèce animale, mais avec eux-mêmes dans une succession de conditions nouvelles, anormales ou accidentelles. Les dissemblances alors constatées exigent, pour être bien appréciées, la connaissance de ces parties et de ces actes acquise tant par leur observation proprement dite que par leur comparaison avec eux-mêmes, à l'état normal, dans les conditions dites d'âge ou d'évolution, qui ne sont autres que les manières d'être qu'elles traversent successivement. Dans ces deux ordres de cas, en effet, l'un normal et l'autre accidentel, l'élément anatomique, les humeurs, etc., et les actes qu'ils accomplissent, ne se retrouvent jamais absolument semblables à eux-mêmes; car, en raison des phénomènes de rénovation moléculaire incessante, ils changent un peu à chaque instant, soit de forme,

soit de volume, soit dans leur structure, etc., et cela aussi bien pendant la durée de leur existence à l'état sain, que pendant celle de leurs modifications morbides.

La pathologie ou histoire non naturelle considérée dans son ensemble, et par suite toutes les subdivisions, ne sont donc en fait et au point de vue de la méthode, que l'une des formes de l'anatomie et de la physiologie comparatives, celle dans laquelle les parties sont spécialement comparées à leurs homonymes, non plus pendant la durée de leurs manières d'être naturelles, mais au contraire accidentelles.

Ainsi, loin d'être une science indépendante et autonome, la pathologie dépend de l'étude des êtres envisagés à l'état normal, non-seulement parce que le sujet reste le même, les états qu'il peut offrir étant seuls changés, mais aussi parce qu'elle repose essentiellement sur la comparaison du dérangement à l'arrangement, c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur celui des modes d'investigation scientifique que la biologie développe le plus.

La pathologie se constitue donc par des comparaisons de deux ordres, savoir par celle des parties lésées et de leurs actes aux parties saines et aux actes normaux homonymes, c'est-à-dire aux mêmes parties et aux mêmes actes antérieurement observés à l'état normal ; puis par celle de ces parties modifiées et de leurs actions avec elles-mêmes pendant la durée de ces changements accidentels.

En ce qui touche la médecine humaine particulièrement, comparaison de l'homme avec lui-même à l'état sain et à l'état morbide et comparaison de l'homme avec les animaux, constituent deux ordres de recherches distincts par les êtres ou par les états de ceux-ci sur lesquelles portent nos investigations, mais la méthode reste la même dans l'un et l'autre cas.

C'est ainsi que la pathologie doit, à juste titre, être dite cette portion de la biologie concrète qui traite de la comparaison des états morbides aux états sains; c'est ainsi que l'*anatomie pathologique* en particulier n'est qu'un des modes de l'*anatomie comparative*, celui dans lequel on compare les états accidentels des parties tant avec leurs semblables à l'état normal qu'avec elles-mêmes aux diverses phases de leur évolution morbide ; et dans cet

ordre de choses, ce qui est difficile ce n'est pas l'anatomie et la physiologie pathologiques, mais bien l'étude de l'état normal.

Aussi arrive-t-il que vouloir donner une autonomie dogmatique à l'examen des dérangements organiques et fonctionnels en dehors d'une liaison incessamment établie entre ceux-ci et l'état normal, conduit à une telle confusion entre les objets les plus disparates et à une nomenclature si pleine d'arbitraire dans la désignation de ces objets, que cette confusion et cet arbitraire justifient tout à fait l'éloignement qu'inspirent des études aussi peu rigoureuses aux savants qui, après s'être inspirés des méthodes que nous donne la physique, la chimie, etc., cherchent à étendre leurs connaissances jusque-là. Et cependant lorsqu'on voit avec quelle netteté on peut spécifier comment chaque tissu morbide dérive d'un tissu normal, quelles sont les diverses formes d'altérations que ceux-ci peuvent offrir, et qui constituent autant de maladies de chacun d'eux (dont on peut saisir les phases évolutives en se reportant à chaque pas vers les périodes du développement normal), on ne peut que s'étonner de voir si souvent repoussées systématiquement les règles qui conduisent à déterminer la nature des produits pathologiques par leur comparaison aux tissus ou aux humeurs sains dont ils proviennent.

Or, nous savons qu'on *détermine la nature* d'un élément anatomique en tant qu'appartenant à telle ou telle espèce, par la détermination de son siége, de sa forme, de son volume, de sa consistance, de ses réactions chimiques, de sa composition immédiate et de sa structure, comparés entre eux dans le plus grand nombre possible des phases de leur évolution. Chaque élément anatomique, en effet, doit être envisagé non-seulement sous le rapport de sa structure propre, mais encore au point de vue du lieu, du mode et de l'époque de son apparition dans l'organisme ; puis des modifications normales et accidentelles qu'il présente à partir de cette apparition. Car chaque espèce présente des phases d'évolution différentes de l'une à l'autre. Chacun d'eux présente *une époque*, *un lieu* et *un mode* particuliers d'apparition. Chacun ensuite se développe à sa manière.

Puisque toute propriété normale ou troublée suppose un siége

correspondant, il est nécessaire de connaître avant tout d'une manière complète chaque élément anatomique individuellement, il est indispensable d'en avoir fait la *biographie*, avant d'aborder l'examen anatomique et physiologique des parties de plus en plus complexes que ces éléments forment essentiellement par leur réunion. Alors seulement il est possible de *déterminer la nature des tissus sains ou malades*, parties complexes, et cela par la connaissance des éléments ou individus relativement simples qui les composent, jointe à celle de l'*arrangement réciproque* de ces derniers offrant tel ou tel des modes de *texture*, montrant qu'ils appartiennent soit aux *produits*, soit aux *tissus constituants*, et parmi ces derniers soit aux *tissus proprement dits*, soit aux *parenchymes*, tant *glandulaires* que *non-glandulaires*.

Ces données sont d'autant plus importantes à mettre en relief, que faute de les avoir prises en considération, faute d'avoir rattaché l'étude des produits morbides à la connaissance de la texture des organes normaux dont ils dérivent, beaucoup d'auteurs décrivent sous les noms de *cancer alvéolaire*, etc., des dispositions anatomiques qui ne sont autres que celles qui résultent de la section transversale des tubes des *acini* glandulaires, et qu'on interprète comme si, au lieu de tubes en doigt de gant ou culs-de-sac, elles représentaient des vésicules ou loges closes de toutes parts, alors qu'une dissection convenable fait retrouver la disposition des gaînes ou des cylindres épithéliaux sous forme de grains glanduleux ou *acini* à culs-de-sac multiples plus ou moins irréguliers.

Nous voyons aussi que vouloir associer dans les descriptions les nomenclatures anciennes (fondées sur l'empirisme alors inévitable) à d'autres plus récentes, mais qui ne s'appuyent pas davantage sur la comparaison de l'état morbide à l'état normal, constitue une inconséquence manifeste ; celle-ci ne laisse que des rapports rares et éloignés entre les descriptions et la réalité qu'elles sont destinées à traduire en signes, parce que les termes sont contredits par la nature même des faits qu'ils sont destinés à exprimer (1).

(1) Ch. Robin, *Des tissus et des sécrétions*. Paris, 1869, in-8, p. 102 et suiv.

Il est certainement on ne peut plus singulier de voir nommer et classer les tumeurs comme si leurs éléments et leur texture n'avaient pas de rapport avec les éléments anatomiques normaux envisagés aux points de vue : 1° de leur structure propre ; 2° de leur arrangement réciproque ; 3° de leur modification de nombre, etc.; plutôt que : *a.* de supposer à ces productions une provenance plus ou moins singulière, ou de ne pas s'occuper de cette provenance; *b.* de se fonder ensuite sur de simples analogies d'aspect extérieur avec des végétaux (*tubercules*, *fongus*, *tumeurs fongueuses*, *napiformes*, etc.), ou avec des matières qu'on en retire (*gliomes*, etc.), avec des animaux (*polypes*, *cancer*), avec leurs produits ou leurs parties (*sarcômes*, *myxômes*, *pneumonie caséeuse*, *tumeurs larinoïdes*), des corps bruts (*tumeurs colloïdes*, *scirrhose*, *squirrhe*, *psammômes*, *tumeurs squirrheuses*, etc.), pour établir une classification et une nomenclature qui laissent en singularité bien loin derrière elles celle des alchimistes, où les sels étaient classés d'après des comparaisons avec les astres (*lune cornée d'argent*, *sel de Saturne*, etc.), des plantes (*arbres de Mars*, *de Diane*, *de Jupiter*, etc.)

Quels que soient donc les efforts qui sont faits dans ce sens pour rendre aux anciennes nomenclatures empiriques une valeur qu'elles ont perdue devant les progrès de l'anatomie et de l'embryogénie, quels que soient ces efforts faits par les auteurs qui croient rendre valables, en leur donnant un sens nouveau, des termes tels que ceux de *sarcôme*, de *carcinôme*, de *cancer*, en leur en joignant d'autres analogues de nouvelle création (*gliôme*, *myxôme*, etc.), la logique scientifique la plus élémentaire met en évidence les vices de cette méthode (1), aussi bien que l'impro-

(1) C'est ainsi qu'il n'est pas rare de voir désignées sous le nom de *gliôme* les tumeurs à tissu glutineux quelle que soit la diversité de leur composition anatomique. Telles sont par exemple les tumeurs, molles, grisâtres ou d'un gris rougeâtre de la rétine ou du nerf optique, renfermant ou non des fibres ayant les caractères de celles du névrilème de ce nerf, mêlées aux éléments de la couche à noyaux de la rétine ; celles-ci en effet sont ainsi appelées aussi bien que diverses variétés des tumeurs analogues dérivant de la substance grise céphalo-rachidienne, et que des tumeurs formées de noyaux embryo-plastiques fusiformes, alors qu'on voit certaines de ces dernières recevoir le nom de *sarcômes* quand, tout en ayant la même texture fondamentale, elles ont une autre consistance et une autre couleur.

priété de mots qui ne rappellent en rien les relations anatomiques et physiologiques des tissus morbides avec les tissus sains, bien que l'anatomie décèle leurs liaisons au premier examen comparatif. Rien de plus illusoire que de croire qu'il est possible de restituer à l'étude des tissus morbides une autonomie qu'elle a perdue devant les investigations modernes, et que ce résultat pourrait être obtenu par le seul fait de la reprise de termes qui n'étaient acceptables qu'alors que cette autonomie était admise ; mots dont aujourd'hui il n'y aurait qu'à simplement changer le sens.

EXPLICATION DES PLANCHES IX et X.

Toutes les figures sont dessinées à un grossissement de 500 diamètres. La gravure a rendu les éléments bien plus foncés qu'ils ne sont naturellement.

PLANCHE IX.

Éléments d'un épithélioma arachnoïdien du volume d'une grosse noix, ayant comprimé le cerveau et déterminé la mort par des accès épileptiformes, chez une femme âgée ; la tumeur adhérait à la dure-mère par un pédicule du volume d'un tuyau de plume inséré dans la fosse occipitale droite, entre l'artère méningée postérieure et le trou occipital.

a,b,c,d,e,f,g. Globes épidermiques formant la portion principale de la tumeur, isolés ou réunis au nombre de vingt à trente de manière à former de petites masses grisâtres visibles à l'œil nu. Vers leur centre, se trouvent, soit des grains calcaires jaunâtres (*a*), soit un amas de granulations grisâtres ou jaunes (*c,e*), soit une cellule granuleuse (*d*), ou une cellule excavée remplie par un corps hyalin non granuleux ou granuleux (*f,g*). Certains globes épidermiques petits, très-granuleux, ne laissaient pas voir les lignes de juxta-position des cellules et ressemblaient à des plaques à noyaux multiples.

h. Cellule se déroulant de la périphérie d'un petit globe épidermique (*m*).

i,j,l. Noyaux libres d'épithélium qui, avec une substance amorphe finement granuleuse, étaient interposés aux globes épidermiques et formaient avec eux la partie la plus importante de la tumeur.

u,v,v,b,b. Cellules sphériques ou polygonales aplaties, excavées ou non, finement grenues accompagnant en petit nombre les éléments précédents.

n. Cellules à deux noyaux présentant une excavation pleine d'un liquide hyalin, avec un noyau dans celui-ci.

o. Cellule à trois noyaux, présentant une excavation pleine d'un liquide hyalin.

p. Grande cellule aplatie, irrégulière, à deux noyaux; d'autres avaient trois et quatre noyaux.

q. Grande cellule creusée d'une excavation, contenant un liquide hyalin et dans celui-ci sont deux amas de granulations jaunâtres adhérents ensemble.

r,s,t,k. Cellules polygonales de diverses formes et grandeurs, irrégulières, aplaties, très-minces et très-pâles, plissées ou non, finement grenues, à granules peu nombreux.

Planche X.

Épithélioma dit fongus de la dure-mère, du volume d'une noisette, trouvé sur un sujet servant aux dissections, implanté sur cette membrane près de la base du rocher par un pédicule mou, très-court, du volume d'un tuyau de plume environ. Tissu mou, pâteux, pulpeux, grisâtre, peu vasculaire, formé surtout par les cellules, les globes épidermiques et les corps arrondis figurés ci-contre ; il contenait, comme le précédent, des noyaux libres, mais moins, et un petit nombre seulement de globes à grains calcaires.

d. Cellule à deux noyaux repliée et vue en partie de côté (*d*) et en partie de face (*d'*).

e,f,g,h,i,j. Cellules de diverses formes et grandeurs, à un ou deux noyaux, vues de face et de côté, et dans ce cas, en raison de leur minceur ressemblant à des corps fibro-plastiques fusiformes.

k. La même cellule que celle qui en *k*, planche IX, est vue de face. Ici elle est de côté et montre la différence qui existe entre l'épaisseur des cellules et de leur noyau en général ; une erreur de gravure a fait séparer au lieu de laisser près l'une de l'autre les deux figures *k*.

l,m. Cellules très-allongées, étroites, à noyau et nucléole, un peu plus gros que dans les autres.

n,n,y,y. Cellules creusées d'une cavité sphérique exactement remplie par un globule sphérique (ainsi que le montrent la pression et la rotation des cellules sur elles-mêmes). Ces globules, d'une pâleur extrême, sont tantôt près du noyau qui est alors appliqué contre eux, tantôt éloignés (*y,y*).

o. Cellule irrégulière, volumineuse, contenant plusieurs corps sphériques, hyalins, semblables aux précédents.

p,p. Petite cellule devenue sphérique et distendue par la présence d'un corps hyalin semblable aux précédents, et montrant le noyau dans deux positions différentes.

q,q,q,q. Cellules à un ou deux noyaux ayant subi les mêmes modifications que la précédente. Le corpuscule qui les distend est si transparent qu'elles ressemblent d'abord à des anneaux, mais en les faisant rou-

ler, on voit qu'elles sont sphériques et qu'elles entourent le corpuscule de toute part, ce qui leur donne un aspect vésiculeux en raison de la translucidité de celui-ci, bien qu'il soit solide.

r,*r*'. Cellules distendues par deux corps sphériques hyalins, analogues aux précédents, mais finement granuleux, grisâtres ; soit contigus dans une seule cavité (*r*), soit contenus chacun dans une cavité séparée (*r*').

s,*s*,*s*,*s*'. Cellules rompues sur un de leur côté par le corps hyalin qui les distend et qu'il est facile alors d'en séparer parce qu'elles ne l'entourent plus complétement.

t,*t*,*z*. Cellules rompues, atrophiées sur une partie de leur largeur, réduites à un filament fusiforme irrégulier, avec un noyau, en voie de se séparer par déroulement du pourtour du corps hyalin qui les a distendues.

u. Cellule isolée après séparation du corps qui la distendait en *u*'.

v,*v*. Corps hyalins ou finement granuleux, séparés des cellules, isolés ou contigus, et formant alors des amas parfois considérables dans lesquels ils deviennent par places un peu polyédriques par pression réciproque. Ces corps ainsi produits, devenus libres, composent souvent une portion notable des parties constituantes des épithéliomas de la peau et des muqueuses de l'homme, du bœuf, du chien, du cheval, etc.; mais ils y sont plus foncés, souvent très-granuleux, et réfractent la lumière fortement en lui donnant une teinte jaune.

x. Globe épidermique à centre granuleux.

DE

LA STRUCTURE INTIME DU CYLINDRE DE L'AXE
ET DES CELLULES NERVEUSES

Par M. le docteur GRANDRY (de Liége).

PLANCHE XI.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

L'histoire du système nerveux a fait l'objet d'un grand nombre de recherches dans ces dernières années ; mais la plupart des travaux ont trait plutôt à la disposition relative des différents éléments nerveux dans les centres et à leurs différents modes de terminaison, qu'à la structure intime des éléments fondamentaux. Remak cependant, lors de la découverte du cylindre de l'axe, avait déjà signalé la striation longitudinale de cet élément, striation qu'il ne croyait exister qu'à la périphérie seulement. L'usage de réactifs agissant sur les éléments nerveux soit d'une façon spéciale, soit en les maintenant dans un état d'intégrité plus ou moins parfaite, a permis de dévoiler une structure propre aux éléments fondamentaux du système nerveux.

M. Schultze (1), en se servant de l'iodsérum, du liquide céphalo-rachidien, du bichromate potassique en solution dans l'eau (1 à 1/2 pour 100), de l'acide chromique (1/40 à 1/20 pour 100), de l'acide hyperosmique (1 à 1/2 pour 100), est arrivé à démontrer : Un grand nombre de fibrilles très-fines se rencontrent dans l'intérieur des cellules nerveuses des lobes électriques de la torpille, de la moelle épinière et de la substance corticale du cerveau et du cervelet. Les fibrilles se répandent sans ordre régulier dans l'intérieur de la cellule, mais cet auteur n'a pu découvrir leur mode de terminaison dans la cellule nerveuse, il les a toujours vues se perdre dans la substance granuleuse, mais jamais dans le noyau. Les fibrilles sont très-fines, cependant il y en a qui atteignent 0,0005^{mm}. Les prolongements des cellules se voient ainsi formés

(1) Discours académique. Bonn, août 1868.

par des fibrilles séparées les unes des autres par de la matière granuleuse interposée. C'est surtout dans le prolongement des cellules qu'on peut isoler les fibrilles par la macération dans la solution de bichromate potassique. Pour M. Schultze, le cylindre de l'axe aurait la même composition que le prolongement, et la striation longitudinale déjà constatée par Remak n'existerait pas seulement à la périphérie, mais dans toute l'épaisseur du cylindre de l'axe. M. Schultze conclut que l'on ne doit pas considérer le cylindre de l'axe et les cellules nerveuses comme derniers éléments du système nerveux, mais que ces éléments sont eux-mêmes formés d'éléments plus ténus (fibrilles nerveuses primitives) réunis entre eux par une substance granuleuse intermédiaire.

D'autres auteurs avaient signalé déjà des fibrilles dans des cellules nerveuses, et particulièrement Arnold et Courvoisier dans les cellules ganglionnaires du sympathique de la grenouille.

Fromman (1), en se servant de l'albumine très-peu diluée, a trouvé des fibrilles dans l'intérieur des cellules nerveuses de la corne antérieure de la moelle du bœuf; mais pour cet auteur, contrairement à l'opinion de Max. Schultze, les fibrilles auraient des connexions intimes avec le noyau et le nucléole. Le même auteur, en se servant du nitrate d'argent comme moyen d'imprégnation, est arrivé aux résultats suivants: « Dans le plus grand nombre de cas, le cylindre de l'axe, quel que soit son volume, présente une striation transversale, quelquefois on trouve une striation longitudinale. Les cellules nerveuses, traitées de la même façon, se présentent avec un nucléole noir, noyau incolore et corps de la cellule coloré; sur les prolongements, on retrouve les stries longitudinales qu'on remarque déjà en se servant de l'albumine. »

Les résultats que je vais exposer concordent parfaitement avec ceux de Fromman quant au cylindre de l'axe, mais je suis arrivé à des conclusions tout à fait différentes quant aux réactions présentées par les cellules nerveuses. Cette dissidence d'opinion ayant probablement pour cause la différence de méthode employée, je

(1) *Virchow's Archiv*, t. XXXI.

décrirai en détail la manière dont j'ai procédé dans mes investigations. Fromman au reste, dans son travail, ne spécifie pas exactement dans tous les points la manière dont il a procédé.

MOYENS D'ÉTUDES.

Mes recherches ont été faites sur le ganglion de Gasser et la moelle épinière, le cerveau et le cervelet du bœuf, le grand sympathique et le nerf sciatique de la grenouille. M. Legros, qui a bien voulu répéter mes recherches, au laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Paris, est arrivé aux mêmes résultats que moi en opérant sur les mêmes organes chez le lapin.

Les organes ont toujours été enlevés le plus tôt possible après la mort (en moyenne une demi-heure après), de telle façon qu'ils étaient encore vivants, ou que du moins on pouvait supposer qu'ils n'avaient subi aucune altération cadavérique notable.

Cette circonstance est indispensable; on n'obtient pas les mêmes résultats avec des moelles d'animaux morts depuis plus de six heures.

Aussitôt enlevés, les organes étaient plongés dans une solution de nitrate argentique cristallisé au 400e, après avoir été coupés préalablement en fragments de 1 à 1 1/2 centimètre. Cela fait, je les plaçais dans un endroit à l'abri de la lumière et à la température ordinaire pendant environ cinq jours ; puis, je les exposais à la lumière pendant deux ou trois jours , en les laissant dans la solution argentique où ils avaient macéré. Ce temps d'action du réactif et de la lumière est en général suffisant, mais les résultats paraissent être meilleurs si on laisse agir plus longtemps ; quelques-unes de mes plus belles préparations ont été obtenues après quinze jours d'action du nitrate argentique dans l'obscurité, et environ le même temps d'exposition à la lumière.

Je ferai remarquer que ces résultats ont été obtenus en laissant les objets à une température basse, mais qu'en été la décomposition des éléments arrive vers le quatrième jour. Les préparations obtenues après quinze jours de macération étaient très-belles dans les premiers temps, mais, au bout de trois à quatre mois, elles étaient complétement altérées.

La solution argentique qui m'a le mieux réussi est celle au 400e ; des solutions plus concentrées m'ont donné des résultats moins satisfaisants. Fromman a employé la solution au 600e pour les centres et celle au 300e pour les nerfs périphériques.

La qualité de la lumière a une grande influence ; il est beaucoup préférable de se servir d'une lumière très-intense : elle donne de plus beaux résultats après un temps d'action relativement court, qu'une lumière faible agissant longtemps. Au soleil, il suffit quelquefois de moins d'une demi-heure pour que la réaction devienne manifeste pour les cylindres de l'axe.

L'action de la lumière ne se fait sentir qu'à la surface des fragments, il en résulte que la partie seule peut servir pour l'étude ; cependant le reste n'est pas perdu, parce que le nitrate d'argent agit jusqu'à une profondeur de 2 à 3 millimètres, de telle façon qu'en faisant des coupes perpendiculaires à la surface et en les exposant à la lumière, on peut obtenir une nouvelle série de préparations suffisantes pour étudier le cylindre de l'axe.

Pour faire les préparations, il suffit d'enlever un morceau de la partie que l'on veut étudier à l'aide de ciseaux ou de racler la surface avec le dos d'un scalpel ; les parcelles ainsi obtenues sont placées sur le porte-objet dans une goutte de glycérine pure ou additionnée d'un peu d'acide acétique, et l'on dilacère autant que possible.

Au lieu de faire la préparation sur des objets mous, on peut se servir d'alcool fort pour durcir, faire des coupes minces, les placer dans le baume de Canada ; on obtient le même résultat qu'en procédant comme je l'ai dit tout à l'heure.

Il est absolument indispensable de suivre exactement le procédé que je viens de décrire pour obtenir d'une façon certaine les résultats que je vais exposer. Il m'est arrivé à moi-même de ne pas réussir dans les réactions, et toujours cela était dû à ce que je je ne suivais pas rigoureusement le procédé.

CYLINDRE DE L'AXE.

Le cylindre de l'axe doit être étudié dans deux conditions : 1° lorsqu'il est libre, non compris dans l'intérieur d'une fibre, et

par conséquent en contact immédiat avec le réactif ; 2° compris dans l'intérieur d'une fibre et enveloppé par la gaîne anhiste et la moelle. Je commencerai par l'étudier libre.

L'organe le plus facile pour cette étude est la moelle épinière, quoiqu'on le voie facilement aussi dans le ganglion de Gasser, mais ce dernier convient mieux pour l'étudier dans la fibre complète.

L'organe ayant été préparé comme je l'ai dit précédemment, on reconnaît de suite, même à un faible grossissement, que la réaction principale et caractéristique du cylindre de l'axe, quel que soit son volume, est une striation transversale très-accentuée et très-régulière, semblable à celle des muscles striés. Dans toute son étendue, le cylindre présente des portions alternativement claires et obscures, comme si le réactif avait attaqué une partie de la substance et respecté l'autre.

On reconnaît aussi tout d'abord que les stries opaques se trouvent dans une certaine étendue à des distances très-régulières, mais que ces distances ainsi que l'épaisseur des stries elles-mêmes varient d'une place à l'autre.

L'épaisseur des stries varie entre $0^{mm},001$ à $0^{mm},005$; celle des espaces qui les séparent, entre $0^{mm},001$ à $0^{mm},003$ environ (1).

Considérée isolément, chaque strie se montre sous forme d'une ligne plus ou moins épaisse, uniformément colorée dans les plus fines, plus ou moins granuleuse et moins nettement limitée dans les grosses. Ce dernier fait n'est pas constant, on trouve assez souvent de grosses stries parfaitement homogènes. Si, en observant, on fait varier le foyer de l'objectif, on voit, et cela se remarque le plus facilement sur les stries de moyenne largeur, que la strie qui avait l'apparence d'une ligne uniformément colorée, devient plus claire à son centre et est nettement limitée par un contour foncé qui présente une forme rectangulaire à angles arrondis.

La matière interposée entre les stries est ordinairement légèrement colorée, mais beaucoup moins que les stries ; quelquefois elle est tout à fait incolore ; cela dépend de l'action plus ou

(1) Les espaces entre les stries des muscles sont de $0^{mm},0009$ à $0^{mm},002$.

moins longue du réactif et de la lumière. Elle est plus abondante entre les grosses qu'entre les fines stries ; mais il arrive cependant que les grosses stries sont très-rapprochées les unes des autres.

Les stries, quelle que soit leur épaisseur, se comportent toutes de la même façon les unes par rapport aux autres ; elles ont toutes les mêmes dimensions dans une certaine étendue et sont régulièrement espacées. Quant à leur direction, elles sont toutes placées perpendiculairement à l'axe du cylindre quand celui-ci est rectiligne ; quand il est recourbé, si la courbure est légère, les stries se dirigent en rayonnant vers le centre sans que leur forme soit changée ; mais dans le cas de courbure brusque, elles changent de forme et, de rectangulaires, elles deviennent triangulaires à sommet du triangle dirigé vers le centre de la courbure.

Les stries variant d'épaisseur, on pourrait supposer que les plus fines se rencontrent sur les plus petits cylindres de l'axe et *vice versâ*, il n'en est rien ; il n'existe aucune relation entre l'épaisseur des tries et le volume du cylindre, on trouve même les plus fines stries sur les cylindres les plus volumineux.

Si l'on examine un cylindre sur une grande étendue, on voit que tantôt toutes les stries ont la même épaisseur et que tantôt celle-ci est variable ; dans ce dernier cas, on peut trouver une transition insensible, mais le plus souvent elle est brusque et alors on trouve entre les deux espèces de stries un espace très-coloré et plus large que les plus grosses stries. On trouve assez fréquemment sur un même cylindre plusieurs de ces espaces très-colorés qui séparent des groupes de stries, soit de même, soit de différente épaisseur.

Tout ce que je viens de décrire est très-manifeste sur des cylindres bien attaqués, mais il arrive souvent que l'action du réactif est trop ou trop peu intense. Dans le cas d'action trop forte, on aperçoit parfois vaguement les stries, mais ordinairement tout le cylindre présente une coloration brune foncée, uniforme. Quand la réaction a été trop faible, les stries sont granuleuses, ponctuées ; mais il arrive souvent qu'on trouve des stries bien dessinées de distance en distance ; parfois le seul effet obtenu consiste dans la

présence de granulations noirâtres, disséminées irrégulièrement sur le cylindre.

Tels sont les caractères que présente le cylindre de l'axe placé encore vivant dans une solution de nitrate d'argent et exposé ensuite à l'action de la lumière.

Outre les stries transversales, Fromman parle de stries longitudinales, mais il ne donne pas les conditions dans lesquelles il s'est placé quand il les a obtenues ; je les ai retrouvées aussi, mais sur des moelles qui avaient été plongées dans le nitrate d'argent, non à la température ordinaire, mais avaient été soumises en même temps à un refroidissement au-dessous de zéro. Ces stries longitudinales, quoique assez nettement visibles, sont beaucoup moins accentuées que les stries transversales.

J'ai également obtenu, mais rarement, par mon procédé les stries longitudinales ; j'ai même vu parfois le cylindre de l'axe et surtout les prolongements de cellules présenter les deux ordres de stries simultanément, de telle façon que toute la surface montrait un quadrillé très-accentué.

Tout ce qui précède s'applique au cylindre de l'axe complétement isolé. Voyons maintenant comment il se comporte dans l'intérieur d'une fibre complète, lorsqu'on le place dans les mêmes conditions.

Si l'on suit un cylindre isolé jusque dans l'intérieur d'une fibre, on observe que les stries existent, non-seulement sur la partie dénudée, mais encore sur celle qui est enveloppée par la gaîne anhiste et la moelle, et que, sur une certaine étendue, elles y sont aussi marquées qu'en dehors de la fibre ; si l'on poursuit le cylindre plus loin, on voit bientôt les stries devenir moins marquées, ponctuées, puis ne plus se prononcer. L'action du réactif n'a donc lieu que près des points où le cylindre de l'axe devient libre et diminue d'intensité à mesure qu'on avance dans l'intérieur de la fibre. Ce fait est dû très-probablement à ce que le nitrate d'argent a pénétré à une certaine profondeur par imbibition de proche en proche, et que plus loin, cette imbibition n'étant pas possible à travers la gaîne anhiste et la moelle, le réactif ne peut plus agir.

on a vu précédemment que toutes les stries sont parallèles et séparées les unes des autres par une matière sur laquelle le nitrate d'argent agit faiblement. Quelle est l'action de la compression sur cet état? La compression peut être verticale, accompagnée ou non de mouvements de latéralité. La compression verticale simple n'a aucune action appréciable sur les stries les plus fines, les plus grosses s'élargissent ainsi que les espaces qui les séparent. Si on agit par la compression accompagnée de mouvements de latéralité sur des stries de moyenne largeur bien attaquées, et surtout des cylindres qui ne soient pas trop volumineux, on voit souvent tantôt une, tantôt plusieurs stries se dévier de la direction commune; j'ai vu les stries se déplacer isolément, sans changer de forme, et prendre des positions obliques par rapport aux autres et même se placer perpendiculairement, c'est-à-dire dans la direction de l'axe du cylindre, comme si celui-ci était formé de disques résistants séparés par une substance plus molle et dont quelques-uns se seraient couchés obliquement ou longitudinalement. Par le même moyen, il arrive fréquemment que presque toutes les stries se dévient irrégulièrement de leur position normale, dans toutes directions, sans que les courbures du cylindre puissent rendre compte de ces variétés de position.

On peut aussi obtenir la rupture partielle des cylindres ; alors on observe qu'elle se fait dans l'intervalle entre les stries, en laissant celles-ci complétement intactes.

Quel que soit le degré de compression employé, il est très-difficile de détruire les stries, même quand elles sont granuleuses ; l'action de la compression se fait donc sentir sur la matière interposée, qui est beaucoup moins résistante que les stries.

Outre le déplacement des stries, on peut obtenir leur isolement complet. Pour obtenir cet effet, je me suis servi de préparations ayant séjourné pendant un temps assez long dans la glycérine, et j'ai comprimé fortement en imprimant des mouvements de latéralité à l'objet. Pour arriver au même but, on peut employer également des fragments d'organes ayant macéré pendant plusieurs semaines dans la solution argentique, après l'action de la lumière, et agir comme ci-dessus en faisant la préparation avec de la gly-

cérine. En agissant ainsi, on parvient à isoler les stries avec facilité, et l'on voit qu'elles présentent exactement les mêmes caractères que lorsqu'elles sont réunies ; en général, il est difficile de les débarrasser complétement de la matière interposée, dont une petite quantité reste adhérente.

Des faits que je viens d'exposer on peut conclure que :

1° Le nitrate d'argent a une action spéciale sur certaines parties du cylindre de l'axe, et n'attaque pas ou que faiblement certaines autres ;

2° Le cylindre de l'axe est composé des deux substances, différant par leurs propriétés physiques et chimiques ;

3° Ces deux substances ne sont pas mélangées, mais complétement isolées, et présentent une disposition régulière l'une par rapport à l'autre ;

4° Le cylindre de l'axe est probablement formé de disques superposés et séparés les uns des autres par une subtance qui n'a pas les mêmes propriétés que les disques eux-mêmes ;

5° Le cylindre de l'axe, compris dans l'intérieur d'une fibre complète, offre absolument les mêmes caractères que le cylindre isolé, pour autant que le réactif puisse agir sur le cylindre lui-même.

En voyant le cylindre de l'axe strié en travers, on est frappé de la ressemblance qu'il présente avec les fibres musculaires striées. Les caractères communs entre les muscles et les nerfs sont maintenant encore plus nettement tranchés depuis que M. Schultze a isolé des fibrilles longitudinales. Nous nous retrouvons ici en présence de la même discussion que pour les muscles, à savoir si ce sont les disques ou les fibrilles qui constituent le dernier élément du cylindre de l'axe. Je dois cependant faire remarquer que le cylindre de l'axe ne se comporte pas comme les muscles dans la lumière polarisée. De nouvelles recherches doivent encore être établies pour déterminer rigoureusement l'élément fondamental du cylindre de l'axe.

CELLULES NERVEUSES ET LEURS PROLONGEMENTS.

Avant de commencer l'exposé de mes recherches sur les cel-

lules nerveuses, je crois utile de rappeler en peu de mots la préparation à faire subir à l'objet, parce que c'est surtout ici que mes résultats ne s'accordent pas avec ceux de Fromman ; ce que j'attribue à la différence de conditions dans lesquelles nous nous sommes placés.

Les organes sont pris aussi vivants que possible, plongés pendant un certain temps dans la solution de nitrate d'argent, puis exposés à la lumière ; pour les cellules nerveuses, il est important de laisser agir longtemps la lumière, parce que l'action de celle-ci est beaucoup plus faible que sur les cylindres de l'axe.

L'organe où l'on obtient les meilleurs résultats est la moelle épinière (région cervicale), et je dirai même que les observations qui suivent ont été faites en grande partie sur les cellules des cornes antérieures.

Fromman, en agissant par le nitrate d'argent sur les moelles congelées, trouve le corps des cellules uniformément coloré en brun, le noyau restant incolore ; les prolongements présentent des stries longitudinales, mais pas de stries transversales.

Si on prépare l'organe comme je l'ai indiqué, on trouve que, comme pour le cylindre de l'axe, l'action du nitrate d'argent donne lieu à une striation très-accentuée du corps de la cellule et de ses prolongements : on trouve alternativement des parties claires et obscures.

Les stries varient d'épaisseur entre $0^{mm},001$ à $0^{mm},005$.

Les plus fines stries se montrent complétement homogènes, d'une coloration brune; les plus grosses sont en général ponctuées, granuleuses, comme formées de granulations noirâtres accolées les unes aux autres. Entre les stries on trouve une substance moins attaquée, quelquefois tout à fait incolore. Une cellule peut ne présenter que des stries de même épaisseur, mais assez souvent sur une même cellule, comme sur le cylindre de l'axe, on trouve des stries d'épaisseur variable. Les cellules présentent aussi des espaces très-colorés plus larges que les stries ordinaires, et par là sont divisées en deux ou trois segments à stries de même ou de différente épaisseur.

Quant à la direction des stries, on ne peut donner aucune règle, elles sont toutes parallèles ; le noyau n'influe en rien, elles passent par-dessus.

Les cellules ne sont pas toujours attaquées sur toute leur surface ; alors, dans ce cas, on voit la cellule traversée, pour ainsi dire coupée en deux par un plan coloré qui se termine à la surface par une strie.

En me plaçant dans les conditions indiquées par Fromman j'ai vu, comme cet auteur, le corps de la cellule se colorer uniformément en brun et le noyau rester intact ; en même temps, j'ai trouvé les stries longitudinales sur les prolongements, mais mes observations ne me permettent pas de me prononcer sur la manière dont elles se terminent dans l'intérieur de la cellule.

Les prolongements des cellules présentent une striation transversale, en tous points semblable à celle du cylindre de l'axe; quant à l'épaisseur des stries, elle correspond à celle des stries du segment de cellule dont ils partent. Cela se voit sur les cellules entières et surtout sur les prolongements arrachés qui ont entraîné avec eux une portion de cellule.

Si un prolongement se trouve recourbé autour de la cellule, on n'aperçoit pas de striation, mais si l'on imprime des mouvements à la préparation de façon à le rendre rectiligne, aussitôt les stries se montrent très-nettement accusées ; le prolongement se recourbant, les stries disparaissent de nouveau.

Si l'on agit par la compression sur les cellules nerveuses, on obtient un élargissement des grosses stries, les fines ne subissent aucun changement. La compression, associée aux mouvements de latéralité, ne produit pas l'isolement des stries comme dans le cylindre de l'axe ; le seul effet qu'on puisse obtenir, c'est de rendre les stries sinueuses, tout en les laissant parallèles ; il est cependant à remarquer qu'on ne peut détruire les stries qu'avec beaucoup de difficulté.

Outre la striation transversale, on peut obtenir la double striation, comme pour le cylindre de l'axe, sur les cellules nerveuses ; dans ce cas, je n'ai trouvé aucun rapport des stries longitudinales avec le noyau.

Les cellules nerveuses où j'ai constaté nettement la striation sont celles du ganglion de Gasser, de la corne antérieure de la moelle épinière et du plancher du 4e ventricule.

De ces faits, on peut conclure que :

1° Il existe deux substances différant par leurs propriétés dans le corps de la cellule ;

2° Ces deux substances paraissent chimiquement isolées ;

3° Il y a peut-être une disposition en disques comme dans le cylindre de l'axe ; mais le seul fait à l'appui, c'est l'existence dans certains cas d'un plan coloré, coupant entièrement la cellule ;

4° Le cylindre de l'axe et les cellules nerveuses offrent les mêmes caractères quand on les soumet à l'action du nitrate d'argent, dans certaines conditions.

D'après les réactions que donne le nitrate d'argent sur le cylindre de l'axe et les cellules nerveuses, on peut espérer d'élucider les questions de substance conjonctive et de substance nerveuse dans la corne postérieure de la moelle épinière et ailleurs ; quant à la corne postérieure, mes recherches ne me suffisent pas pour émettre une opinion à cet égard.

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont été faites dans le laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine de Liége. Je crois devoir exprimer ici toute ma reconnaissance à M. le professeur Schwann, pour la bienveillance qu'il m'a toujours témoignée, en me guidant dans mes travaux.

Le travail a été présenté à l'Académie des sciences de Belgique, et voici les conclusions terminales de M. le professeur Schwann (1) :

« Le travail de M. Grandry regarde les parties élémentaires les plus importantes du corps. Les discussions auxquelles il donnera lieu, sans doute, rouleront principalement sur la question de savoir si les stries que l'on voit dans le cylindre de l'axe et les cellules nerveuses, après l'emploi du nitrate d'argent sur les organes encore vivants, préexistent avant l'emploi du réactif ou si elles sont un produit artificiel.

(1) *Bulletin de l'Académie des sciences de Belgique*, 37e année, 2e série, t. XXV, p. 287.

» Il me semble difficile d'admettre que des formations si régulières, comme les stries en question, *puissent* être obtenues artificiellement, si dans l'organe vivant il n'y a pas déjà une disposition correspondante. On n'est cependant pas obligé d'admettre une discontinuité entre les disques. Il y a peut-être une substance homogène dans laquelle sont déposées des molécules d'une autre nature attaquables par le nitrate argentique. Ces molécules imprégneraient certaines couches, en les durcissant, et laisseraient libres d'autres couches.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

FIG. 1. Cylindre de l'axe volumineux montrant la striation transversale avec stries de différentes épaisseurs.

FIG. 2. — Cylindre de l'axe à grosses stries.

FIG. 3. — Cylindre de l'axe recourbé avec changement dans la forme des stries.

FIG. 4 et 5. Cellules nerveuses de la corne antérieure de la moelle épinière du bœuf.

FIG. 6. Cylindre de l'axe contenu dans la fibre complète.

FIG. Coupe transversale de la substance grise de la corne antérieure de la moelle épinière du bœuf.

MÉMOIRE
SUR L'ENCÉPHALE DES ÉDENTÉS

Par GEORGES POUCHET

PLANCHES I, II, III, IV, V ET VI

(Suite, voyez pages 1 et 147.)

V

PARTIES PROFONDES DE L'ENCÉPHALE (1).

L'étude des circonvolutions et la connaissance extérieure du cerveau des mammifères n'est qu'un pis-aller, en attendant le développement de notre savoir sur les points véritablement importants de son anatomie. Le temps est loin où Leuret, donnant son exclusive attention aux circonvolutions, pouvait dire des parties profondes qu'elles ne sont qu'accessoires. Aujourd'hui, c'est sur elles, sur elles seules, que se concentre tout l'intérêt depuis

(1) Nous avions exprimé, dans la première partie de ce travail, le regret de n'avoir pu étudier l'encéphale du Chlamyphore. La description qu'en a donnée M. Hyrtl (*Chlamydophori truncati, cum Dasypode gymnuro comparatum examen anatomicum*, Dans *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Vienne, 1855), sans figures, sans mensuration, sans point de comparaison, ne pouvait nous être d'une grande utilité. C'est alors que M. Alphonse Milne Edwards nous a fait l'offre obligeante de mettre à notre disposition un de ces animaux qu'il avait dans l'alcool, afin de compléter par l'examen de ce type un peu aberrant, notre travail d'ensemble sur l'encéphale des Édentés.

Le Chlamyphore, autant que nous en pouvions juger par la forme toute spéciale de son crâne, dont un seul exemplaire — en assez mauvais état — existe dans la Galerie d'anatomie comparée, nous avait paru appelé à constituer peut-être un groupe distinct sous le rapport de la forme du cerveau (voy. ci-dessus, 1868, p. 659). L'élargissement de la cavité crânienne en arrière, la configuration de la mâchoire, et surtout la synostose si étendue des os du bassin avec le squelette dermique, ne rendaient pas invraisemblable un rapprochement possible entre le Glyptodon et le Chlamyphore. Ce rapprochement, à n'envisager que l'encéphale, n'existe point. L'encéphale du Chlamyphore, au contraire, nous a offert la plus frappante analogie, non pas avec le Glyptodon, mais avec tout le groupe des Tatous vivants et plus spécialement avec le Cachicame. La comparaison des figures que nous donnons, fera de toute évidence ressortir cette analogie (pl. V, fig. 5-8). Les principales mesures du cerveau du

les travaux de MM. Stilling, Reichert, Luys, Dean. Ce qui importe, c'est l'agencement des parties profondes ; le nombre, l'étendue, les rapports des amas de cellules dispersés dans tout l'organe ; c'est enfin la distribution, entre ces amas, des innombrables fibres nerveuses qui constituent la substance blanche. Nous n'avons pas eu à notre disposition de cerveaux d'Édentés préparés en vue d'une telle étude, et d'ailleurs elle ne rentrait pas dans la direction de ce travail purement comparatif des formes apparentes, les seules qui aient été étudiées jusqu'à ce jour sur les animaux. M. Luys, à la fin de son traité, n'a fait qu'indiquer plutôt que décrire la texture du cerveau d'un certain nombre de mammifères, en attendant que des monographies viennent éclairer ce point tout nouveau et si important de la science.

Chlamyphore sont les suivantes ; les chiffres, toutefois, sont peut-être un peu trop faibles :

Longueur totale de l'encéphale.........	17	millimètres.
Longueur des bulbes olfactifs	4	—
Longueur des hémisphères	12	—
Longueur du cervelet..............	9 (*)	—
Diamètre oblique des hémisphères	12	—
Largeur des bulbes olfactifs...........	13	—
Largeur des hémisphères.............	19 (**)	—
Largeur du cervelet................	13	— 1/2
Hauteur de l'encéphale	12	—

La largeur des bulbes olfactifs, leur épatement en avant des hémisphères, rappelle de tous points la forme qu'ils ont chez le Cachicame. Les hémisphères eux-mêmes exagèrent la disposition qu'ils présentent chez ce dernier : ils semblent fortement comprimés d'avant en arrière, autant au moins que le cerveau des Pangolins. Une ligne droite, perpendiculaire à la grande scissure, les sépare en avant des bulbes olfactifs ; une autre ligne, droite également, les isole en arrière du cervelet, et celui-ci lui même semble participer au raccourcissement de l'encéphale ; sa fosse cérébelleuse, bien limitée en avant par la tente, qui est à peu près verticale, a un diamètre antéro-postérieur de 3 millimètres au plus. — Le Chlamyphore, à l'encontre des autres Tatous et comme le Dionyx seul, n'a pas de circonvolution de l'ourlet. La surface des hémisphères offre exactement le même type que le Cachicame et l'Encoubert, modifié seulement par sa forme spéciale. La direction du sillon qui sépare l'hémisphère du bulbe olfactif fait que la circonvolution qui méritait chez les Tatous le nom de *susorbitaire*, redevient ici une véritable circonvolution frontale. Le sillon qui la limite en dessus chez l'Encoubert, est ici presque transversal, sans que

(*) Voy. 1868, p. 663, note *e*.

(**) Sur un moule en plâtre de la cavité crânienne du Chlamyphore, fait par ordre de M. Gervais, nous trouvons, pour la mesure du diamètre transversal des hémisphères, 22 millimètres.

Chez la plupart des Édentés, la coupe de l'encéphale pratiquée sur la ligne médiane montre le plancher du quatrième ventricule fortement déprimé entre les tubercules quadrijumaux d'une part et de l'autre les pyramides postérieures. Dans cet espace est reçu le cervelet, qui se mesure exactement sur lui (Cachicame), ou même n'atteint pas tout à fait le calamus et laisse à découvert une partie du plancher du ventricule (pl. III, fig. 5; pl. IV, fig. 4 et 10; pl. VI, fig. 7).

Chez le Tamanoir, le plafond du quatrième ventricule est con-

ses rapports cessent toutefois d'être les mêmes : il descend de côté pour servir de limite au lobe sphénoïdal, jusqu'à la face inférieure de l'encéphale. Un autre sillon perpendiculaire commence vers le milieu du bord postérieur de l'hémisphère et dessine en dessus le contour du lobe sphénoïdal, isolé par conséquent de la même manière que chez les autres Tatous. La face inférieure du cerveau est remarquable par la place considérable qu'y occupent à la fois le champ et les bubes olfactifs, tandis que le lobe de l'hippocampe est singulièrement effacé. On ne retrouve une semblable disposition que dans le Mylodon. Le champ olfactif, au lieu de se relever en bourrelet sur les parties voisines comme chez le Cachicame, est convexe, très-proéminent. Le lobe de l'hippocampe, au contraire, à peine aussi large, occupe un plan plus profond ; il est de forme triangulaire et comme enclavé entre deux éminences, le champ olfactif d'une part, et de l'autre le lobe sphénoïdal. Celui-ci déborde le lobe de l'hippocampe à la fois en dehors et en arrière. A l'extrémité du sillon qui les sépare, près de la grande fente cérébrale, on trouve la gouttière, bien décrite par M. Hyrtl, où se loge le canal demi-circulaire supérieur de l'oreille.

Le cervelet, très-déprimé d'avant en arrière, offre néanmoins le type propre aux Tatous : les lobes sont égaux non-seulement en dimension, mais, on peut le dire, en figure. Ils ne font guère qu'une très-faible saillie, les dépressions qui les divisent sont peu profondes ; les sillons transversaux sont réguliers. En bas et en dehors de chaque lobe, dans le même plan vertical qu'occupe tout le cervelet, on trouve le lobule ; il est d'un dessin élégant et se prolonge par une houppe en forme de crochet qui embrasse le canal demi-circulaire postérieur au point de sa jonction avec le supérieur, de sorte que l'extrémité de la houppe se trouve ainsi logée dans une légère excavation bordée par le canal même. Ces rapports n'ont aucune analogie avec ceux que présente la houppe dans les autres Édentés où elle existe.

On voit, par cette description, que l'encéphale de Chlamyphore ne forme nullement, comme nous le supposions peut-être, un type à part. Il a les hémisphères profondément sillonnés comme les Tatous, il est bien de leur famille, et de plus il en est certainement le représentant le plus élevé. En essayant de ranger les Édentés d'après ce qu'on peut appeler la *dignité relative* de leur encéphale, nous avions été induit tout d'abord à rejeter au bas de l'échelle, par derrière le Glyptodon, les Tatous. D'autre part, incontestablement, le Chlamyphore nous semblait se placer au-dessus du Glyptodon. C'est là le rapport véritable, et comme l'analogie entre le Chlamyphore et les Tatous ne permet point de les séparer, les grands Édentés fossiles à cuirasse se trouveront par cela même reportés au dernier rang quand nous essayerons de déterminer la série des Édentés d'après leur encéphale.

stitué comme chez les mammifères supérieurs ; les deux extrémités du vermis s'avancent l'une au-devant de l'autre, sans se rejoindre, La hauteur du ventricule entre elles mesure environ 6 millimètres. Ce hile, chez le Tamanoir et chez la plupart des Édentés, est fortement reporté en arrière ; il est large chez l'Encoubert ; au contraire chez un jeune Pangolin nous le voyons réduit à une simple fissure verticale (pl. IV, fig. 10), les deux extrémités du vermis, au lieu de se relever l'une vers l'autre, se font directement suite et dessinent au cervelet une face inférieure à peu près plane, reposant sur le plancher du ventricule. Malgré ce retrait du hile en arrière, la valvule de Vieussens existe (Tamanoir) ; elle est très-mince et très-longue, contournant le cervelet dans près d'un quart de sa circonférence.

Les tubercules quadrijumeaux font en avant du quatrième ventricule une saillie subite. Les testes sont quelquefois engagés en partie sous une demi-voûte que forme au-dessus et en arrière d'eux la face antérieure du cervelet. Ils sont beaucoup plus saillants, beaucoup plus étroits que les nates et parfois un peu renversés en arrière. Leur diamètre antéro-postérieur est de 3 millimètres environ chez le Tamanoir, et celui des nates de 7 millimètres. Ces derniers sont plus déprimés : la surface des quatre tubercules présente une sorte de plan incliné qui regarde en avant. Le sillon de la ligne médiane s'efface de plus en plus du côté du cervelet. Sur la coupe du cerveau du Chlamyphore, les quatre tubercules ne font qu'une saillie unique : M. Hyrtl l'indique (1), et nous avons pu vérifier l'exactitude de sa description (pl. V, fig. 8).

Chez les Fourmiliers, le Dionyx, les testes sont entièrement recouverts tant par le cervelet que par le cerveau. Il en est de même chez l'Aï. Dans le groupe des Tatous, au contraire, les testes, sinon les quatre tubercules, sont parfois à découvert. Ils se montrent entre le cervelet et les hémisphères et s'élèvent, du moins dans le jeune âge, presque aussi haut qu'eux. C'est chez les Tatous que l'obliquité de la surface des quatre tubercules, l'élé-

(1) « Corpora quadrigemina magna quidem sed complanata et indivisum tumorem » repræsententia. » *Loc. cit.*

vation des testes et leur faible diamètre antéro-postérieur sont surtout accentués (1).

L'aqueduc de Sylvius s'ouvre par un orifice infundibuliforme creusé dans la paroi verticale des tubercules jumeaux en avant du quatrième ventricule ; il vient déboucher par un autre orifice disposé de même, au haut de la région moyenne du troisième ventricule. Le canal est très-large surtout chez les Tatous : chez le Chlamyphore il représente une grande fissure verticale se continuant sans transition par la cavité du troisième ventricule.

Le troisième ventricule est d'une étude assez difficile en raison de son amoindrissement remarquable. C'est au point qu'on a pu croire que la cavité avait, dans certains cas, entièrement disparu, et la planche que donne Tiedemann (2) de la coupe d'un cerveau d'Aï, dut servir à répandre cette opinion. On y voit une masse compacte de substance cérébrale faire suite directement à celle du bulbe sans trace de cavité ou de canal. Il n'est pas toujours commode, en effet, de diriger une coupe précisément dans le plan médian, et comme le troisième ventricule n'a chez les Édentés qu'un diamètre transversal à peine appréciable, il échappe, pour peu que l'instrument dévie à droite ou à gauche.

Le troisième ventricule, chez les Édentés, est presque entièrement comblé par la commissure molle ; ou plutôt on peut dire que les deux couches optiques sont largement en contact par leur face interne. La coupe verticale de la commissure molle, chez le Tamanoir, n'a pas moins de 10 millimètres de diamètre. Ces dimensions déjà considérables augmentent encore chez des Édentés plus petits. La commissure molle de l'Encoubert a 6 millimètres 1/2 de diamètre, celle du Dionyx 5 millimètres. Elle a 7 millimètres sur un jeune Unau long de $0^{m},19$: sur le même cerveau, la coupe du corps calleux n'a pas 8 millimètres de long et est fort étroite, elle doit à peine avoir en superficie le tiers de celle de la commissure molle.

(1) On trouve chez différents mammifères les nates eux-mêmes à découvert : on peut citer le Cténodactyle d'Algérie, la Sarigue manicou, le Phalanger renard, etc.

(2) *Icones cerebri simiarum.*

Chez le Tamanoir, le Dionyx, et la plupart des Édentés, la coupe de la commissure molle est circulaire; elle est ovale, à grand axe vertical, chez le Chlamyphore. La cavité du troisième ventricule, passant au-dessus d'elle, l'isole de la toile choroïdienne et de la voûte; au-dessous d'elle, la cavité du ventricule se réduit aux dimensions d'un étroit canal ou même, chez le Tamanoir, d'une fissure de 3 millimètres de diamètre dont les parois latérales sont presque en contact; chez l'Encoubert, le Dionyx, ce canal n'est pas plus large que l'aqueduc du sylvius de l'homme (1). En avant de la commissure molle et au-dessus de l'infundibulum, le troisième ventricule reprend ses dimensions; chez le Tamanoir, il mesure dans cette région 18 millimètres de haut sur 11 millimètres de diamètre antéro-postérieur.

Les trous de Monro sont de grande dimension (Tamanoir, Dionyx), et donnent passage aux artères de la toile choroïdienne (2). Chez le Tamanoir, un lambeau de celle-ci pend dans la portion large du troisième ventricule, par-dessus et devant la commissure molle.

Les couches optiques, presque réunies par la commissure, forment ensemble une masse considérable relativement au volume total du cerveau. Le conarium est très-petit. Enveloppé dans le tissu dense et épais de la toile choroïdienne, il nous a presque constamment échappé, mais les *lames médullaires* (*obere, untere Markblatt der Zirbeldrüse*, Reichert) qui le portent ont toujours un développement notable; elles sont bombées et forment entre elles un angle très-ouvert. Au-dessus de la ligne d'insertion de la lame supérieure, au bord de la paroi verticale de la couche optique, une étroite surface très-visible chez le Dionyx, l'Encoubert, le jeune Unau et le jeune Pangolin, semble répondre à la paroi du *recessus pinealis* de Reichert : arrondie en arrière, elle vient se perdre en pointe en avant, sur la ligne d'insertion de la lame médullaire supérieure. En dehors de cette surface, la

(1) Il est possible que ce canal, déjà si étroit, disparaisse entièrement dans certaines espèces, quoique cette supposition ait contre elle toutes les probabilités. Nous ne citons ici que les genres chez lesquels il s'est montré à nous.

(2) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Quatrième mémoire.

couche optique n'offre qu'une saillie peu marquée à la place qu'occupe chez l'homme l'*éminence postérieure* de la couche optique (*Polster der Seehügel*, Reichert).

Le corps strié, comme la couche optique, tient dans l'encéphale une place considérable; il est ovalaire et de couleur franchement grise chez le Tamanoir ; il est très-convexe chez le Tatou et séparé de la couche optique par un large sillon; celui-ci paraît d'autant plus profond chez les Édentés, que l'animal appartient à un type plus dégradé (1).

Le plancher de l'étage supérieur du ventricule latéral est formé en avant par le corps strié, et en arrière par la partie réfléchie du pied de la voûte, qui dessine chez les Tatous une éminence encore plus accusée que celle du corps strié (pl. VI, fig. 4 et 8). La cavité de cette portion du ventricule latéral paraît très-large chez certaines espèces (2). En avant elle descend sur la face interne du corps strié et, continuant sa marche, pénètre dans le bulbe olfactif, où son diamètre augmente considérablement. Chez le Tamanoir, l'étage inférieur du ventricule offre sur sa paroi interne, en arrière de la convexité de l'hippocampe, une petite dépression linéaire, qui semble être un dernier vestige de la cavité digitale de l'homme.

Les Édentés présentent, en général, un amoindrissement remarquable du corps calleux. Nous n'avons pu l'étudier sur l'adulte, soit chez les Paresseux, soit chez les Pangolins. Sur un jeune Unau, long de $0^m,19$, la coupe du corps calleux mesure 7 millimètres 1/2 de long sur un demi-millimètre d'épaisseur. Sa situation par rapport à l'ensemble du cerveau est à peu près horizontale. Il en est de même chez le Dionyx et le Tamanoir, tandis que tous les Tatous ont le corps calleux très-petit d'abord, puis rejeté beaucoup plus en avant dans un plan presque vertical.

(1) Chez le jeune Unau, long de $0^m,19$, nous avons cru voir que le tænia semicircularis était bien distinct.

(2) Les procédés de conservation appliqués aux cerveaux que nous avons étudiés, ne nous ont pas permis d'apprécier rigoureusement les dimensions des cavités cérébrales : tantôt nous les avons trouvées plus larges et tantôt plus étroites sur des individus appartenant à la même espèce (pl. VI, fig. 8-10).

Nous avons retrouvé à peu près la même disposition sur un très-jeune fœtus de Tamanoir (1).

Chez le grand Fourmilier, le corps calleux a 26 millimètres de long et 2 millimètres et demi en moyenne d'épaisseur, il offre une ondulation légère, la partie antérieure est beaucoup plus épaisse que la postérieure, le genou beaucoup plus large et plus arrondi que le bourrelet ; remarquons aussi chez le Tamanoir un écart considérable entre le genou du corps calleux et la voûte, qui ne semble pas exister chez les autres Édentés (2). On peut rapprocher du Tamanoir le Dionyx, où la coupe du corps calleux très-mince, en quelque sorte linéaire, a toutefois une longueur remarquable, presque égale à celle du corps calleux des Tatous.

Sur la coupe du cerveau de l'Encoubert, le corps calleux mesure 6 millimètres de long et 1 millimètre d'épaisseur : c'est chez un jeune Cachicame qu'il nous a montré les proportions les plus exiguës. Nous l'avons vu aussi, sur cet animal, nettement recevoir des fibres de la partie antérieure et de la partie postérieure de l'hémisphère qui viennent s'y jeter en longeant la scissure médiane.

Nous venons de dire que chez le Tamanoir la voûte s'écartait du corps calleux en avant, elle garde aussi en arrière une individualité plus grande que chez les autres espèces : ses dernières fibres commissurantes forment au-dessous du bourrelet, en retrait de lui, un second bourrelet de 1 millimètre de saillie environ, qui repose sur la toile choroïdienne. Le pied d'hippocampe, chez le Tamanoir, est plutôt cylindrique que piriforme ; il est lisse et peu recourbé sur lui-même. — Le pilier postérieur de la voûte est presque vertical chez le Dionyx et chez toutes les espèces où le lobe de l'hippocampe affecte la forme hémisphérique. Cette disposition coïncide avec une hauteur relativement considérable de l'étage inférieur du ventricule ; elle est encore augmentée par ce fait que le pilier postérieur,

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Cinquième mémoire.

(2) Il paraîtrait que le Tamanoir, d'après cela, dût avoir un véritable *septum lucidum :* nous n'avons pu en vérifier l'existence sur des pièces qui n'avaient pas été traitées en vue de ces études.

particulièrement chez les Tatous, présente, au point où il se réfléchit sur la couche optique, un épaississement notable. Celui-ci se traduit par l'éminence que présente en arrière du corps strié le plancher de l'étage supérieur (pl. VI, fig. 4, 8 et 9). Elle est moins accentuée chez d'autres espèces; mais chez toutes, les coupes transversales pratiquées à ce niveau montrent que la portion la plus reculée de la circonvolution de l'ourlet, en arrière du corps calleux, est en relation intime avec le pilier de la voûte et le renforce en quelque sorte de toute son épaisseur. La voûte est donc, chez les Édentés, directement en rapport avec la région postérieure et supérieure des hémisphères de chaque côté.

La commissure antérieure a un volume très-variable : elle est relativement peu développée chez le Tamanoir, le Dionyx, le Pangolin, le Chlamyphore, tandis qu'elle a un très-grand diamètre chez l'Encoubert. A ne considérer que le Tamanoir et le Dionyx d'un côté, et de l'autre les grandes espèces de Tatous, on trouve ici la confirmation de cette opinion reçue : qu'en général la grande commissure et la commissure antérieure sont en raison inverse chez les mammifères. La commissure antérieure de l'Encoubert est cylindrique, parfaitement isolée des parties environnantes; elle a 2 millimètres de diamètre ; en comparant ces dimensions à celles du corps calleux, on voit que la coupe de celui-ci mesure à peine en surface trois fois celle de la commissure antérieure. Quand on suit la commissure, on voit ses fibres se contourner en demi-cercle pour plonger de part et d'autre dans l'hémisphère, sous la portion la plus avancée du corps strié.

VI

APPAREIL VASCULAIRE.

Artères.— La distribution des artères du cerveau a été décrite avec soin par M. Hyrtl (1) chez le Tamandua, l'Aï (*Bradypus*

(1) *Beiträge zur vergleichenden Angiologie* (*Denkschr. der K. Akad. der Wiss., math.-nat. Classe*, vol. I, Vienne, 1850). — V. *Das arterielle Gefäss-System der Edentaten* (*Denkschr. der K. Akad. der Wiss., math.-nat. Classe*, vol. VI, Vienne, 1854).

torquatus), le Pangolin (*Manis macroura*), le Cachicame (*Dasypus novemcinctus*). Nous l'avons décrite ailleurs dans le Tamanoir (1). Chez ces différentes espèces, l'artère vertébrale et la carotide alimentent les organes encéphaliques suivant une proportion fort inégale. Dans un premier groupe représenté par les Tatous, la carotide et la basilaire conservent à peu près la même importance relative que chez les Mammifères supérieurs. Au contraire, la carotide se réduit considérablement chez les Fourmiliers et les Pangolins, au point de n'être plus représentée que par une simple artériole, la totalité de l'encéphale reçoit ce sang des vertébrales. Il est probable que les Paresseux doivent tenir le milieu, quoiqu'ils semblent cependant se rapprocher davantage des Tatous, c'est-à-dire du groupe où le sang est apporté en proportion notable par les carotides. L'Aï observé par M. Hyrtl avait une asymétrie trop grande des artères intracrâniennes de chaque côté, pour que nous soyons exactement renseignés.

Le cerveau des Édentés n'est nullement exempt des réseaux admirables artériels signalés pour la première fois par Carlisle, et qui existent dans différentes parties du corps de ces animaux. Leur présence dans le cerveau démontre amplement le peu de solidité de l'opinion qui voulait y voir un secours à la circulation de certains organes soumis à des compressions prolongées.

La distribution artérielle du cerveau de l'Encoubert a la plus grande analogie avec celle du Cachicame, décrite par M. Hyrtl. La basilaire commence au point de réunion des deux vertébrales; elle donne plusieurs petites branches au niveau du pont et se divise en avant de lui en deux cérébrales postérieures, représentée chacune dès son origine par deux troncs qui se partagent presque immédiatement en un grand nombre de ramifications. Le cerveau des Tatous n'offre pas de réseau admirable proprement dit; mais déjà on y trouve indiqués ceux qui existent chez d'autres genres tels que les Fourmiliers.

Des deux troncs d'origine de la cérébrale postérieure, l'un est plus spécialement destiné au cervelet; l'autre, avec toutes ses

(1) *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Quatrième mémoire.

divisions, s'enfonce dans la grande fente cérébrale; mais avant cela, il donne en avant une communicante très-grêle qui vient, après un trajet de 10 à 12 millimètres, rejoindre la carotide à son entrée dans le crâne; les deux communicantes sont parallèles et écartées de 3 millimètres environ. — La carotide, beaucoup plus volumineuse que la communicante, se divise après l'avoir reçue, en deux branches, l'une en dehors, cérébrale moyenne ou artère de la scissure de Sylvius; l'autre en avant, cérébrale antérieure ou artère du bulbe olfactif.

Le régime du sang dans le cerveau des Tatous n'offre donc rien de particulier, mais il en est autrement des Fourmiliers et des Pangolins. Chez le Tamanoir (1), la carotide interne est considérablement réduite, tandis que la basilaire acquiert une importance en raison inverse de cet amoindrissement; les communicantes postérieures, au lieu de jouer le rôle de simples anastomoses entre vaisseaux de plus grand volume, deviennent les principales artères du cerveau et méritent de prendre le nom de *basilaires latérales*. La basilaire proprement dite commence dans le canal rachidien bien au-dessous des vertébrales qui ne font que la renforcer; après s'être parfois divisée et réunie de nouveau, elle se partage définitivement à la hauteur de la grande fente cérébrale pour former les deux basilaires latérales. Celles-ci répondent d'abord aux communicantes, puis elles continuent leur trajet comme des cérébrales antérieures, entre les bulbes olfactifs. Elles fournissent chemin faisant l'artère de la scissure et reçoivent la carotide réduite à l'état d'artériole, sans que leur direction ou leur volume soient aucunement influencés par cette anastomose insignifiante.

En rapprochant de cette description sommaire celle que donne M. Hyrtl des artères du Tamandua, il est facile de voir que la ressemblance est grande entre les deux animaux, comme l'on pouvait s'y attendre. Chez le Tamandua, la basilaire se constitue aussi avant de recevoir les vertébrales et se divise au niveau de l'infundibulum en deux basilaires latérales : chacune d'elles s'avance

(1) Voy. pour les détails, *Mémoires sur le grand Fourmilier*. Quatrième mémoire.

jusqu'au bulbe olfactif, donne latéralement toutes les artères de l'organe et reçoit la carotide qui est de très-petit diamètre, sans que son économie soit en rien troublée par ce faible contingent.

C'est encore au type des Fourmiliers qu'il faut rapporter la distribution du sang dans le cerveau des Pangolins. C'est du moins ce qui résulte de la description et de la figure données par M. Hyrtl, où la cérébrale moyenne et la cérébrale antérieure semblent naître directement de la division d'une basilaire latérale qui recevrait, à angle droit, la carotide. M. Hyrtl insiste aussi sur le trajet de l'artère ophthalmique des Pangolins, elle rentre dans le crâne après avoir fourni le sang à l'orbite.

Nous n'avons point vu le cerveau du Dionyx injecté ; nous avons constaté cependant le calibre remarquable de la basilaire. Celle-ci commence au confluent des deux vertébrales. Quand elle se divise en arrière de l'infundibulum, le volume et la direction de ses branches semblent indiquer qu'elles sont destinées à alimenter la partie antérieure de l'encéphale comme la partie moyenne, et que la carotide doit encore jouer ici un rôle secondaire.

Malgré l'analogie du cerveau de l'Oryctérope avec celui des Fourmiliers, la circulation doit y être toute différente, à en juger par le diamètre du canal carotidien et surtout de la gouttière qui lui fait suite sur le côté de la fosse pituitaire. La disposition des parties osseuses montre en plus qu'une artère ophthalmique volumineuse, née dans cette gouttière, sort du crâne par le trou qui tient lieu à la fois du sphéno-orbitaire et du grand rond.

L'Aï décrit par M. Hyrtl, où les artères sont asymétriques, a ceci de particulier qu'il offre d'un côté la disposition normale des Tatous, et de l'autre exactement celle des Fourmiliers. A droite, la carotide fournit les cérébrales antérieure et moyenne ; elle n'est unie à la cérébrale postérieure que par une communicante très-grêle. De l'autre côté, il y a une véritable basilaire latérale, où se jette une carotide rudimentaire. En présence de ces deux dispositions extrêmes, qui se rencontrent toutes deux chez les Édentés, et en l'absence d'autres renseignements, il est assez difficile de déterminer de quel côté est l'anomalie.

M. R. Owen a fait remarquer (1) que l'orifice carotidien du

(1) *Loc. cit.*, p. 29.

Mylodon, comparé au volume probable de la vertébrale, était par ses petites dimensions en rapport avec le peu d'extension de l'encéphale en avant. Cette conclusion pourra paraître forcée, depuis que nous savons qu'au contraire le cerveau du Mylodon a la partie frontale plus développée qu'aucun autre Édenté. D'ailleurs le canal carotidien, toute proportion gardée, n'a pas un diamètre sensiblement inférieur à celui de l'Homme; encore faut-il observer que chez celui-ci la carotide fournit, après son entrée dans le crâne, l'artère ophthalmique, et qu'il n'en était très-probablement pas ainsi chez le Mylodon, comme le montre l'examen du squelette : le trou sphéno-orbitaire, parfaitement cylindrique, ne paraît avoir livré passage à aucun vaisseau capable d'alimenter le vaste orbite de la tête; le sang y était sans doute versé par les branches de la carotide externe, comme chez le Tamanoir (1).

S'il y a toute raison de penser que la circulation cérébrale du Mylodon était la même que chez les Paresseux, il est beaucoup plus difficile de déduire de l'examen de la tête osseuse du Glyptodon ce qu'elle était chez celui-ci. On ne découvre aucune trace d'un canal carotidien, mais la cavité crânienne est loin d'être hermétiquement fermée, le rocher est presque libre entre les os avoisinants : il est possible qu'une carotide d'un calibre notable ait traversé les parties fibreuses du trou déchiré antérieur. D'autre part, les formes générales du cerveau s'éloignent trop des autres Édentés pour permettre aucune induction.

Veines et sinus. — Par une contradiction qui se perpétue dans les études anatomiques, le système veineux n'a presque point été étudié chez les Mammifères. La pauvreté de nos renseignements tient encore à cet ordre de considérations étrangères à l'anatomie comparée, que nous avons signalé en opposant les nombreux travaux dont les circonvolutions ont été l'objet, au peu de notions que nous avons sur la structure profonde de l'encéphale. Une des raisons premières de notre ignorance en ce qui touche le système veineux, est certainement la difficulté un peu plus grande des injections et aussi la moindre attention donnée par les anthropotomistes modernes à des organes dont la chirurgie n'avait presque rien à

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier.* Deuxième mémoire.

redouter. Au point de vue purement biologique, il est certain que la circulation veineuse est plus importante à connaître que celle des artères. L'arbre artériel n'a que le caractère d'une distribution hydraulique, le même liquide est partout uniformément versé par des conduits partout semblables. Il n'en est plus ainsi du système veineux, où s'offrent presque avec chaque vaisseau des conditions nouvelles, tant par la structure des parois que par la qualité du sang, dont la composition et la couleur diffèrent dans les différentes veines, et diffèrent parfois d'un moment à l'autre dans la même veine.

On ne sait absolument rien du système veineux des Édentés, et nous devons nous borner ici à consigner quelques remarques sommaires.

A la surface du cerveau du Tamanoir, on voit les origines des veines des circonvolutions se placer transversalement sur elles et s'enfoncer dans les sillons ainsi que dans la scissure médiane, pour rejoindre les premiers troncs collecteurs.

Chez l'Oryctérope, c'est une autre combinaison. Il y a une *veine longitudinale*, placée entre les bords des deux hémisphères arrondis en gouttière pour la loger (pl. V, fig. 4). Elle augmente rapidement de volume de l'avant à l'arrière et reçoit un certain nombre de racines, qui suivent à la surface du cerveau un trajet oblique en passant par-dessus les sillons : arrivées au bord de la scissure, elles s'enfoncent sous le tronc veineux pour s'ouvrir à sa face inférieure. A l'extrémité des hémisphères, le tronc commun reçoit une grosse veine de Galien et se jette enfin dans le vaste sinus de la tente du cervelet. Ce tronc veineux de l'Oryctérope, ainsi logé au bord de la scissure médiane, occupe par conséquent la place même du sinus longitudinal chez les animaux munis d'une faux du cerveau. Toutefois, ses parois n'ont de rapport qu'avec le tissu lamineux de la pie-mère, c'est donc une veine et non un sinus veineux. On trouve aussi chez l'Oryctérope deux veines à la surface du cervelet, qui descendent vers le bulbe ; elles sont logées dans les sillons qui séparent de chaque côté le vermis des lobes latéraux (1).

(1) Cette description est faite d'après le cerveau du fœtus mentionné plus haut, voy. p. 33.

Chez l'Unau, le sang veineux des circonvolutions suit la même direction, mais par un chemin un peu différent. Au lieu d'une veine médiane, il y en a deux latérales, logées chacune au bord du sillon qui sépare la seconde circonvolution de la troisième. En arrière, les deux veines s'inclinent vers la ligne médiane pour se jeter à 3 millimètres l'une de l'autre dans le sinus qui suit l'insertion de la tente (sinus latéral). — L'Aï présente sur chaque hémisphère une veine qui le parcourt obliquement, mais sans suivre aucun sillon : elle commence dans la région de la circonvolution sus-orbitaire, au-dessus du second pli longitudinal, et se dirige vers l'extrémité postérieure de la scissure médiane. Il ne paraît donc point y avoir de sinus longitudinal supérieur même chez l'Aï, où cependant la faux du cerveau existe. — Les veines des Paresseux font sur la paroi de la cavité crânienne des empreintes très-visibles ; c'est ainsi que nous trouvons chez le Mylodon la trace d'une veine qui naissait dans le sillon supérieur de la circonvolution courbe pour se diriger en arrière.

Les sinus latéraux paraissent constants, ils atteignent chez les Édentés un volume remarquable. De chacun d'eux se détache, chez l'Aï, l'Unau et le Mylodon, un autre sinus beaucoup plus large et qui laisse toujours sur la paroi de la fosse cérébelleuse une profonde empreinte. Il s'étend depuis le milieu environ du sinus latéral jusqu'à l'orifice nettement circonscrit qui représente seul le trou déchiré postérieur et donne passage à la veine jugulaire (pl. I, fig. 1 et 3). Ce sinus descend sur la face du cervelet, soit entre le lobe et le lobule (Unau), soit sur la partie moyenne du lobule (Mylodon).

Notons encore chez le Dionyx un petit sinus transverse qui passe derrière la glande pituitaire sous la lame sphénoïdale, et dont la présence paraît en relation avec la forme triangulaire de la glande chez cet animal.

(La suite à un prochain numéro.)

SUR

L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE LA DELPHINE

Par le Dr P. CAYRADE

Lauréat de la Société de biologie, etc., etc.

La delphine est un alcaloïde extrait par Brandes des semences de staphysaigre. Cette dernière substance, aujourd'hui peu employée dans la médecine pratique, jouissait autrefois d'un certain crédit; outre son usage comme insecticide, elle était employée dans les maladies du système nerveux, et spécialement dans les maladies convulsives (rage, épilepsie, tétanos). Orfila a expérimenté comparativement la staphysaigre et son radical, il a reconnu que l'action de la staphysaigre sur le système nerveux était due à la delphine; les effets qu'il a notés sont : une faiblesse extrême, et l'immobilité chez les animaux en expérience (chiens), puis des mouvements convulsifs dans les extrémités et dans les muscles qui meuvent l'os maxillaire inférieur.

Sarlandière, en 1840, tout en reconnaissant que ces expériences n'ont pas été assez multipliées, semble croire que cette substance agit plus spécialement sur les harmonies de direction ou d'équilibre en les détruisant. D'après Van Praag, cité par Reveil (dans son Formulaire raisonné des médicaments nouveaux), la delphine paralyse les nerfs sensitifs et moteurs. Récemment Turnbull l'a employée comme sédatif de la douleur, et spécialement dans les névralgies de la face.

Les expériences auxquelles je me suis livré pour l'étude de la delphine ont été faites spécialement sur des grenouilles, chez lesquelles les manifestations du système nerveux restent plus indépendantes des troubles apportés dans la respiration et dans la circulation.

J'ai fait ces expériences avec la delphine en dissolution dans l'eau faiblement acidulée avec l'acide chlorhydrique, et que j'injectais sous la peau avec la seringue de Pravaz, graduée par Lüer ; je pouvais ainsi opérer avec des doses très-faibles.

Expérience I. — 4 h. 50 m. : Un centigramme de delphine est injecté dans la peau du mollet sur une grenouille très-vivace, après l'injection, mouvements et sauts énergiques.

5 h. 6 m. : La marche est moins facile, la grenouille réagit faiblement aux excitations, on peut tirer ses membres inférieurs et les placer dans la position que l'on veut sans obtenir de mouvements réflexes, et cependant, si on la tourne sur le dos, elle se remet avec facilité dans la position normale.

5 h. 10 m. : La sensibilité se perd de plus en plus, les membres inférieurs restent immobiles, comme paralysés, les excitations même avec les acides concentrés ne produisent aucun mouvement.

5 h. 12 m. : Mouvements spontanés, deux sauts énergiques après lesquels la grenouille retombe dans son assoupissement et une immobilité complète.

Sensibilité générale nulle.

5 h. 15 m. : Mouvements volontaires moins énergiques, respiration difficile.

Les voiles palpébraux et la tête ont conservé encore la sensibilité réflexe. Les membres inférieurs et le tronc présentent une insensibilité complète.

5 h. 20 m. : Si l'on retourne la grenouille sur le dos, mouvements infructueux pour se remettre à la position normale ; respiration nulle.

5 h. 23 m. : Plus de mouvements volontaires, la sensibilité est presque nulle à la tête.

Expérience II. — 3 h. 28 m. : Grosse grenouille (un milligramme de delphine injecté sous la peau du mollet).

3 h. 40 m. : Abolition de la sensibilité aux pattes inférieures qui, flasques et comme paralysées, gardent la position qu'on leur donne. La sensibilité est conservée aux bras, elle est normale à la tête. Ces parties exécutent des mouvements volontaires fréquents. Les mouvements réflexes se produisent très-bien dans les paupières en chatouillant l'orifice des narines, et, si l'excitation est forte, on obtient un mouvement dans les bras et des frémissements musculaires dans les membres inférieurs, quelquefois, mais rarement, un léger mouvement réflexe dans la patte du côté de la narine excitée.

Respiration difficile. La grenouile se remet vivement sur le ventre et résiste si on la tourne sur le dos.

3 h. 45 m. : Deux ou trois sauts énergiques.

3 h. 46 m. : Insensibilité complète du tronc et des membres inférieurs, cependant si on laisse tomber la grenouille d'une certaine hauteur, il se produit un mouvement d'extension dans les deux pattes.

3 h. 48 m. : L'excitation avec l'acide nitrique ne produit aucun résultat. Une ou deux minutes après cette constatation, la grenouille fait deux ou trois bonds énergiques, mais elle retombe à faux, et les pattes postérieures, flasques et sans élasticité, demeurent placées dans une position non équilibrée, puis immobilité complète.

3 h. 54 m. : Même résultat.

3 h. 58 m. : Mêmes constatations.

4 h. 10 m. : La sensibilité est diminuée aux bras, mais elle est encore vive à la tête, et les paupières réagissent si on les excite directement.

4 h. 50 m. : Plus de respiration, les mouvements du cœur paraissent abolis, la grenouille ne peut reprendre sa position normale si on la met sur le dos, l'insensibilité est générale et complète.

5 h. 2 m. : *Autopsie*. Le cœur est sans mouvements et rempli de sang noir.

L'excitabilité musculaire est vive.

La pince de Pulvermacher appliquée sur le nerf sciatique détermine une vive contraction.

5 h. 18 m. : L'excitabilité a beaucoup diminué.

5 h. 25 m. : Plus de réaction nerveuse, les muscles réagissent bien.

Expérience III. — 10 h. 34 m. : Un demi-milligramme de delphine sous la peau du dos, sur une petite grenouille.

10 h. 39 m. : Diminution notable de la sensibilité ; les mouvements réflexes provoqués par une forte excitation sur la peau du dos et à l'orifice anal s'exécutent normalement, mais avec lenteur.

Respiration faible.

10 h. 40 m. : Successions de mouvements volontaires, mouvements réflexes de plus en plus faibles ; la réaction est toute locale, manquant de vivacité et d'énergie ; l'excitation d'une patte provoque une réaction localisée au point excité ; on peut placer les pattes inférieures dans n'importe quelle position, elles sont flasques, dépourvues de tonicité, la respiration s'exécute encore, mais faiblement.

10 h. 48 m. : Immobilité complète, l'excitation avec l'acide nitrique ne détermine que de faibles mouvements réflexes, et immédiatement après la grenouille, que je place brusquement sur le dos, reprend vivement sa position normale.

10 h. 52 m. : Mouvements spontanés, plusieurs sauts consécutifs.

10 h. 56 m. : Mouvements réflexes nuls, la sensibilité est encore conservée aux bras et à la face, nulle dans le train postérieur.

10 h. 59 m. : La grenouille fait un bond, mais retombe à faux sur le côté, et reste dans cette position ; les membres supérieurs contrastent singulièrement avec la flaccidité des pattes inférieures, ils résistent si l'on cherche à les étendre.

11 h. : La respiration est nulle ; la grenouille, retournée sur le dos, ne peut reprendre sa position normale.

11 h. 3 m. : Mouvement spontané consistant en mouvements répétés d'extension des pattes inférieures ; la grenouille essaye de marcher, mais ne peut y parvenir, ses mouvements sont incoordonnés.

11 h. 6 m. : Les membres supérieurs ont perdu leur tonicité et ne réagissent presque plus aux excitations.

11 h. 7 m. : Mouvements inharmoniques.

11 h. 20 m. : Plus de sensibilité ni de mouvements volontaires, les yeux sont fermés et la grenouille ne fait aucun mouvement, même en la laissant tomber sur le dos.

Autopsie. — Le cœur est gorgé de sang, injection générale des viscères.

Excitabilité musculaire conservée.

La pince électrique détermine des mouvements assez forts à l'excitation des plexus lombaires.

11 h. 35 m. : Plus de mouvements par l'excitation des nerfs lombaires, l'excitation du nerf sciatique à la partie inférieure donne des contractions musculaires qui se perdent au bout de douze minutes.

Les muscles excités directement réagissent encore avec énergie.

En résumant les faits constatés dans ces expériences citées comme type, on voit qu'à une dose faible (de 1/2 à 2 milligrammes) on obtient en peu de temps, avec la delphine, des phénomènes dignes d'attention.

1° L'insensibilité obtenue très-rapidement dans les membres inférieurs et le tronc, contrastant avec une faible diminution de la sensibilité dans les membres supérieurs et l'intégrité complète de la sensibilité générale et réflexe dans toute la tête ; les paupières, en effet, exécutent des mouvements volontaires, et par l'excitation des narines, on obtient des mouvements réflexes de clignement qui se produisent aussi par le contact de la cornée, alors que les membres inférieurs sont rebelles aux excitations les plus fortes.

2° La conservation des mouvements volontaires alors que la peau n'a plus de sensibilité (hormis les points excités).

3° Ces mouvements spontanés s'observent alors que l'attitude de la grenouille n'est plus équilibrée, que les chairs flasques et relâchées ne conservent plus d'élasticité et que l'on peut placer ces membres dans toute position si bizarre qu'elle soit ; et cependant ces grenouilles, que l'on croirait mortes si l'on ne considérait que l'attitude de leurs membres paralysés et leur immobilité complète, résistent quand, en les soulevant par un pied, on les tourne sur le dos ; si l'on y est parvenu, elles se remettent sur le ventre avec vigueur et énergie.

Il faut remarquer cependant que ces mouvements volontaires ne sont pas parfaitement harmoniques et le sont de moins en moins, au fur et à mesure que marche l'empoisonnement. Ainsi, on ne voit pas les grenouilles, après un saut énergique, reprendre la position normale recoquillée que prend ordinairement une grenouille saine ; elles le peuvent au début de l'empoisonnement, mais cette faculté se perd peu à peu, tout aussi bien dans les membres supérieurs que dans les membres inférieurs, pour aboutir à une incoordination évidente des mouvements qui ne dépend pas, comme je le prouverai plus tard, de l'abolition de la sensibilité générale.

4° Les mouvements réflexes disparaissent aussi très-vite, moins rapidement cependant que la sensibilité générale : il nous est arrivé, dans plusieurs expériences, de n'obtenir aucune réaction directe à la suite d'irritations vives sur les membres inférieurs, alors cependant qu'une excitation faite sur la tête et les membres supérieurs (qui eux conservent plus longtemps les mouvements volontaires et réflexes), détermine dans ces membres inférieurs insensibles, tantôt un mouvement complet, tantôt seulement des frémissements dans les fibres musculaires du triceps (voy. exp. IV).

Ce fait nous a paru frappant, cependant, on peut le rapprocher de faits réflexes simples obtenus chez des grenouilles décapitées. Il arrive souvent (lorsque par des excitations multipliées et peu intenses, on est arrivé à épuiser la réaction réflexe des cellules nerveuses qui correspondent à un membre) qu'on obtient, à la suite d'une forte excitation sur cette patte, des mouvements réflexes, non plus dans la patte directement excitée, mais dans l'autre.

Il semble donc que les cellules nerveuses, qui ont perdu la propriété de réagir directement sur les muscles correspondant aux fibres sensibles excitées (soit par le fait d'excitations multipliées amenant leur épuisement, soit par le fait d'une substance toxique), peuvent encore laisser passer et transmettre le courant réflexe.

Cette diminution rapide et l'abolition des phénomènes réflexes peuvent s'interpréter de deux manières :

Elle peut provenir, ou bien de ce que le poison paralyse les extrémités sensitives et empêche ainsi l'excitation de parvenir aux centres, ou bien de ce que les centres eux-mêmes étant influencés, l'excitation transmise est arrêtée et ne peut plus dès lors se manifester par un mouvement.

Les expériences suivantes répondent à ces hypothèses.

Expérience IV. — Petite grenouille très-vivace. Ligature de l'artère fémorale droite.

4 h. 8 m. : Injection de 1 milligr. et demi de delphine sous la peau du dos.

4. h. 25 m. : Mouvements réflexes encore très-vifs dans les deux pattes, si on excite la région sacrée.

4 h. 40 m. : Marche plus lente et diminution de l'excitabilité, conservation des mouvements volontaires.

4 h. 50 m. : Les mouvements réflexes restent localisés, et la grenouille n'exécute que rarement des mouvements spontanés.

5 h. 4 m. : Immobilité absolue, abolition de la sensibilité dans les deux pattes, peu de réaction dans les bras, les paupières et la tête réagissent normalement.

5 h. 45 m. : Les membres inférieurs sont flasques et relâchés, on peut les placer dans la position la plus bizarre sans déterminer aucun mouvement ; les excitations les plus énergiques sur le tronc et les membres inférieurs ne déterminent aucun mouvement réflexe, même localisé, et cependant une excitation sur la tête produit des mouvements réflexes d'extension dans les membres inférieurs, tout aussi bien sur celui qui n'a pas subi la ligature de l'artère que sur l'autre.

Ces mouvements réflexes, obtenus par l'excitation de la tête qui a conservé sa sensibilité (alors que l'excitation directe des membres inférieurs ne produit aucun résultat), ne sont pas bien énergiques et disparaissent rapidement ; quelquefois, mais rarement, le pincement des extrémités inférieures a déterminé un mouvement dans les bras.

5 h. 55 m. : La grenouille exécute plusieurs bonds de suite, les membres supérieurs perdent de leur tonicité, la respiration est abolie.

5 h. 58 m. : La grenouille mise sur le dos exécute, mais sans résultat, des mouvements pour se remettre sur le ventre. Si on la laisse tomber d'une certaine hauteur on observe une extension générale des quatre pattes ; ce mouvement n'a aucun caractère convulsif.

7 h. 5 m. : Aucun mouvement volontaire, réaction nulle même dans les bras.

Dans cette expérience nous n'avons observé aucune différence dans les deux pattes, et cependant le poison n'a pas pu arriver jusqu'aux extrémités sensitives des nerfs dans la patte droite ; nous devons donc tirer cette conclusion, que la delphine porte son action sur les centres nerveux eux-mêmes et laisse intactes les extrémités sensitives.

L'action de la delphine est une action déprimante, elle fait perdre à la moelle ses propriétés réflexes graduellement et de bas en haut. Cependant, comme on peut le remarquer dans la dernière expérience, alors même que les excitations directes ne peuvent plus déterminer des mouvements réflexes dans les membres inférieurs, l'irradiation de l'impression dans la moelle n'est pas abolie au même degré, ni aussitôt, puisque nous pouvons encore obtenir des mouvements généraux réflexes, si nous laissons tomber la grenouille d'une certaine hauteur.

Le pincement d'une patte détermine un mouvement dans les bras sans que la patte réagisse elle-même, et le pincement du bras détermine un mouvement (faible il est vrai) dans cette patte qui est rebelle à toutes les excitations portées directement sur elle.

L'expérience suivante, qui m'a été inspirée par la lecture du travail de mon maître et ami, M. le professeur Liégeois, sur l'action physiologique de l'aconitine, nous montrera l'action spéciale de la delphine sur la moelle.

Expérience V. — 10 h. 4 m. : Sur une petite grenouille, j'injecte sous la peau du mollet droit, et de haut en bas, 1 milligramme de delphine.

10 h. 10 m. : Sous la peau du dos je dépose 2 centigrammes de strychnine en cristaux (de cette manière les effets de la strychnine sont moins rapides).

10 h. 11 m. : Sensibilité très-diminuée dans les membres inférieurs, intacte dans les bras et la tête.

10 h. 20 m. : Conservation des mouvements volontaires, un ou deux bonds consécutifs.

10 h. 14 m. : Respiration très-faible, les yeux se voilent ; on peut placer les membres inférieurs dans toute position, flaccidité complète et réaction nulle aux excitations les plus énergiques sur les membres inférieurs.

10 h. 15 m. : La grenouille fait un bond énergique, le train antérieur conserve son attitude normale, mais le train postérieur reste flasque et rebelle à toutes les excitations, sans harmonie dans leur attitude.

10 h. 18 m. : Un choc sur la table à expérience détermine un tressaillement de tout le corps.

10 h. 20 m. : Un pincement sur la peau du dos détermine une brusque extension mais non convulsive des membres inférieurs, les membres supérieurs n'éprouvent aucun effet.

10 h. 23 m. : L'excitation à l'orifice des narines produit un tétanos général et violent avec les secousses caractéristiques.

10 h. 24 m. : Pincement d'un orteil, tétanos.

10 h. 25 m. : Même résultat.

10 h. 29 m. : Plus de réaction.

On sait que la strychnine agit sur la moelle épinière pour exagérer ses propriétés. Sur cette grenouille empoisonnée primitivement par la delphine, et chez laquelle commençaient à se manifester les phénomènes de l'intoxication, nous avons déterminé l'empoisonnement par la strychnine et obtenu ainsi le réveil des fonctions de la moelle qui n'avaient été que suspendues par l'action de la delphine.

Cette expérience peut servir comme de corollaire à la précédente, car une des conditions pour que la strychnine puisse par son action exciter la moelle (déjà déprimée par la delphine), au point de déterminer des convulsions réflexes : c'est que les extrémités nerveuses ne soient pas paralysées et puissent transmettre les excitations.

Cette expérience est intéressante, elle nous montre d'abord les effets de la delphine, insensibilité, perte des mouvements réflexes, conservation des mouvements spontanés; puis commence l'empoisonnement par la strychnine, et nous voyons les membres inférieurs récupérer leurs mouvements réflexes peu à peu, et aboutir au tétanos.

Il est probable qu'en diminuant progressivement la dose de strychnine on arriverait à ne pas obtenir des convulsions, mais bien de simples mouvements réflexes, et à contre-balancer ainsi l'action de la delphine.

Cette rapidité avec laquelle la moelle perd et recouvre sa puissance comme centre réflexe exclut l'idée de modifications anatomiques survenues dans la moelle sous l'influence des alcaloïdes.

Remarquons aussi que la strychnine a fait sentir son action plus tôt sur les membres inférieurs que sur les membres supérieurs ; ce résultat est observé aussi sur les paralytiques traités par la strychnine, les premiers effets s'observent presque toujours sur les membres paralysés.

Pour démontrer plus spécialement la diminution graduelle des mouvements réflexes sous l'influence de la delphine, j'ai coupé la moelle au même niveau chez deux grenouilles ; j'ai empoisonné l'une d'elles avec 2 milligrammes de delphine : au bout d'une demi-heure les mouvements réflexes étaient totalement abolis, tandis que chez l'autre ils existaient vifs et rapides huit jours après.

Expérience VI. — 11 h. 15 m. : Section de moelle entre les plexus brachiaux et lombaires sur deux grenouilles douées d'une vive excitabilité.

11 h. 20 m. : Indépendance complète des troncs antérieurs et postérieurs, mouvements réflexes très-vifs chez toutes les deux, la respiration s'exécute bien.

11 h. 24 m. : Sur l'une des deux j'injecte 2 milligrammes de delphine sous la peau du dos.

11 h. 30 m. : Les mouvements réflexes sur cette grenouille sont encore très-vifs, mais la respiration est plus difficile ; les poumons affaissés laissent de chaque côté de la colonne vertébrale une forte dépression.

11 h. 33 m. : Diminution sensible dans la rapidité des mouvements réflexes comparés à ceux que l'on obtient sur l'autre après une excitation de même force sur le même point.

11 h. 35 m. : On peut étendre les membres inférieurs en agissant avec précaution, et ils restent dans l'extension ; sur l'autre, au contraire, cette manœuvre est impraticable et donne lieu à des mouvements réflexes énergiques.

11 h. 38 m. : A l'excitation de l'orifice anal, mouvements réflexes normaux de flexion et d'extension des deux membres postérieurs, mais ce mouvement s'exécute lentement et sans force sur la grenouille empoisonnée ; chez l'autre, au contraire, il est vif et rapide.

11 h. 39 m. : Les pattes postérieures perdent de leur tonicité, deviennent flasques.

Le train antérieur a conservé sa sensibilité, et les mouvements qu'il effectue soit spontanément, soit à la suite d'une excitation, sont forts et durables, quoique cependant, comparés à ceux de l'autre grenouille, ils présentent une grande différence. Chez cette dernière ils sont analogues à ceux d'une grenouille qui n'aurait subi aucune opération ; les mouvements des bras sont symétriques. Chez la première, au contraire, ils offrent une incoordination évidente et ils n'ont plus d'harmonie.

11 h. 41 m. : La respiration est nulle.

Les mouvements réflexes restent localisés et sont très-lents.

11 h. 45 m. : Les membres inférieurs de la grenouille empoisonnée sont insensibles, à la suite d'excitations très-fortes on n'obtient qu'un faible mouvement limité au point touché, l'excitation anale ne détermine plus qu'un très-faible mouvement d'adduction des cuisses ; les bras et la tête ont conservé leur sensibilité et les paupières se ferment à l'excitation des narines.

11 h. 47 m. : Insensibilité complète, aucune réaction réflexe ; l'autre grenouille, au contraire, sur laquelle nous avons fait comparativement les mêmes excitations, réagit à merveille et huit jours après elle offrait des mouvements réflexes très-énergiques.

Marche de l'empoisonnement. — La diminution et l'abolition de la sensibilité réflexe suit une marche progressive et ascendante le long de la moelle. Ce sont d'abord les extrémités postérieures qui sont attaquées; on peut les pincer, les piquer, sans qu'il y ait aucune réaction, alors que le pincement sur le dos ou à l'orifice anal détermine encore quelques mouvements réflexes ; plus tard les bras se prennent à leur tour, et enfin la tête, le museau et les paupières sont les derniers à subir l'influence du poison. Les mouvements volontaires, énergiques et nombreux au commencement de l'empoisonnement, deviennent de plus en plus lourds et inharmoniques, ainsi que la tendance à l'attitude normale qui se perd de plus en plus ; il arrive un moment où les animaux, quoique possédant une force suffisante dans l'accomplissement de leurs mouvements, s'épuisent en efforts qui n'aboutissent à aucun but, il y a incoordination véritable, l'animal jouit encore de ses mouvements associés, mais il ne peut plus les coordonner en mouvements d'ensemble.

Cette incoordination des mouvements qui survient à la fin de l'empoisonnement est une particularité que l'on remarque aussi avec l'aconitine, dont les effets sur l'économie ont été si bien étudiés par M. Liégeois.

En expérimentant même avec de très-faibles doses je n'ai jamais obtenu la moindre convulsion.

La delphine a une influence marquée sur la respiration ; dans toutes mes expériences, j'ai vu la diminution et quelquefois la suppression de la respiration coïncider avec la perte de la sensibilité réflexe. Il arrive quelquefois, surtout avec de faibles doses, que l'on voit la respiration, supprimée complétement au début de l'empoisonnement, reparaître par intervalles, mais laborieuse, lente, irrégulière, lorsque l'animal va exécuter un mouvement volontaire, pour cesser lorsque celui-ci reste immobile. Quant à l'action de la delphine sur le cœur, elle est faible, et ses effets ne se montrent qu'une demi-heure ou trois quarts d'heure après ; on remarque un ralentissement graduel, mais sans irrégularité, et le cœur se meut encore avec énergie alors que la respiration est complétement suspendue.

La delphine en poudre a une action irritante sur les muqueuses, mais en dissolution et à faibles doses, elle n'a donné lieu à aucune irritation appréciable.

D'après cette étude, on voit que l'action de la delphine est très-comparable à celle de l'aconitine. Comme l'aconitine, elle abolit les mouvements réflexes et laisse persister les mouvements volontaires, mais l'aconitine a une action bien plus directe sur la respiration et sur le cœur ; de plus, la delphine ne détermine jamais de convulsions, même à très-petites doses.

Ces deux substances peuvent donc s'employer en thérapeutique l'une comme l'autre, comme sédatif de la douleur. L'administration de la delphine exige de grandes précautions, il me paraît que les doses de 10 à 20 centigrammes par jour, indiquées par quelques auteurs, sont beaucoup trop fortes; il est vrai que les sels de delphine ont une action plus rapide à cause de leur plus grande solubilité ; on pourrait les administrer progressivement en granules de 1 milligramme.

Son emploi sera parfaitement justifié dans les névralgies en général, mais à choisir entre la delphine et l'aconitine, peut-être vaudrait-il mieux réserver l'aconitine aux névralgies de la face, et la delphine aux névralgies des membres inférieurs, sur lesquels l'expérience nous démontre une action plus vive et plus rapide.

Conclusions. — 1° La delphine agit sur la moelle épinière pour la déprimer et lui faire perdre sa force excito-motrice ;

2° Les effets sont graduels et se font sentir de bas en haut, le pouvoir réflexe est aboli progressivement dans les membres inférieurs, supérieurs, et, en dernier lieu, à la face ;

3° Les mouvements volontaires survivent à la perte des mouvements réflexes et deviennent incoordonnés avant leur abolition ;

4° Des faits observés dans l'étude des mouvements réflexes normaux, et pendant l'empoisonnement de la moelle par la delphine, autorisent à croire que les cellules nerveuses de la substance grise peuvent perdre le pouvoir de réagir directement et permettre cependant le passage du courant réflexe.

5° La delphine semble porter son action successivement et pour les abolir sur la sensibilité générale, le pouvoir réflexe, la respiration et la coordination des mouvements. Son lieu d'élection est le système nerveux, elle est sans influence sur le système musculaire.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

De la prétendue substance conjonctive des organes centraux du système nerveux (*Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems*), par J. Henle et F. Merckel (1).

Les auteurs débutent par un historique détaillé des opinions émises sur la nature de la *névroglie*, à compter de celles de Rudolphi Wagner, datant de 1854.

Deux opinions se trouvent en présence, quant à l'interprétation de l'image microscopique ; les uns attribuent le pointillé particulier de la substance cérébrale amorphe à des grains intercalés, les autres à des lacunes circulaires (M. Schultze).

Quoique les auteurs soient parfaitement convaincus de l'exactitude de la première de ces interprétations, ils ont cherché d'autres critériums pouvant décider la question de la nature de la névroglie, d'une façon plus péremptoire que ne l'ont fait jusqu'à présent les différents auteurs qui ont écrit sur ce sujet.

De tous les endroits où la névroglie se présente en couche un peu continue, c'est la couche corticale de la moelle épinière et de la moelle allongée qui se prête le moins à l'examen de cette substance et particulièrement à la détermination de ses différences d'avec le tissu conjonctif ordinaire, parce que la pie-mère envoie beaucoup de tissu conjonctif qui vient pénétrer dans la masse moléculaire avec les capillaires. La couche la plus interne de la pie-mère est intimement unie à la substance nerveuse, et ne tient que lâchement avec sa couche immédiatement la plus externe, et par conséquent elle reste souvent adhérente à la moelle, lorsqu'on veut enlever la pie-mère ; elle est constituée par de vraies fibrilles connectives assez fortes qui se croisent entre elles, se ramifient parfois et s'anastomosent de façon à avoir un feutrage serré. Les fibrilles connectives, pour les auteurs, seraient le produit du développement bilatéral d'une cellule fusiforme, et les fibrilles dont il est question ici

(1) *Henle's et Pfeufer's Zeitschr.* 1869, XXXIV, p. 49 à 82, planches III à VI, et *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* N° 8, 1869, p. 117.

proviendraient de cellules fibro-plastiques étoilées, multipolaires, réunies par leurs prolongements. En même temps qu'on pénètre en profondeur, les lamelles de tissu conjonctif étroitement feutré s'écartent et laissent entre elles des lacunes de plus en plus grandes qui le remplissent de masse moléculaire finement granulée, contenant des corpuscules (noyaux) arrondis et sans prolongements. Rien n'indique une transformation successive du tissu feutré provenant de la pie-mère, en un tissu à mailles étroites; *loin de là*, *les réactions chimiques instituent une différence profonde entre les deux substances* ; en effet, la solution de potasse, l'acide acétique, la coction, se comportent sur la masse moléculaire comme sur les corps albumineux et sur la partie granuleuse des cellules nerveuses. C'est en se fondant sur ces réactions que les auteurs nient la nature connective de la névroglie (1).

Il faut noter entre autres faits que le tissu connectif filamenteux et réticulé devient clair et homogène dans l'acide acétique, la solution de potasse et l'eau bouillante. La *substance granuleuse ou moléculaire*, cérébro-spinale, se comporte comme le tissu connectif au contact des acides étendus et des alcalis, en ce qu'elle pâlit et se gonfle un peu dans ces réactifs. Mais le tissu lamineux, gonflé dans la solution potassique, reprend plus ou moins complétement sa structure première après le lavage par l'eau; au contraire, la *substance granuleuse* devenue transparente dans la dissolution de potasse est complétement dissoute par l'addition d'eau.

Pendant que toutes les couches de la pie-mère subissent dans l'eau bouillante les changements qu'on connaît, de manière que fibres, noyaux et vaisseaux sont changés en une masse transparente et gonflée, on voit la couche dans laquelle prédomine la substance granuleuse ne subir aucun changement manifeste, ni quant à son volume, ni quant à sa texture. C'est tout au plus si elle se resserre un peu et devient uniformément plus foncée. Les granules, au lieu de disparaître, comme cela devrait arriver s'ils étaient réellement des coupes transversales de fibres du tissu connectif, deviennent seulement plus prononcés. Sous tous ces rapports, la substance granuleuse cérébro-spinale se comporte comme les corps albumineux et comme la masse finement grenue des cellules ganglionnaires, seulement, tandis que la teinture de carmin colore en rouge tout le tissu cellulaire de la pie-mère en même temps que les cylindre-axes, la substance moléculaire ou granuleuse reste sans être colorée sensiblement (p. 59).

La substance moléculaire se présente en plus grande quantité et bien moins mêlée d'éléments étrangers dans la couche la plus externe de la substance grise du cervelet. En cet endroit, la pie-mère est séparée de la substance nerveuse par une membrane limitante, découverte par Bergmann, qui, comme la limitante de la rétine, est finement striée et constituée par les extrémités élargies de fines fibres rigides qui s'étendent sans ramifications et en droite

(1) Voyez aussi dans ce recueil Robin, année 1865, p. 694, et Hayem et Magnan, 1867, p. 107.

ligne, d'une part, dans la masse moléculaire, d'autre part, dans la pie-mère. L'intérieur de la membrane est parcouru par une riche vascularisation qui la sépare en deux lamelles situées, une, du côté de la pie-mère, et l'autre du côté de la substance nerveuse. Entre la membrane limitante et la surface du cervelet, on trouve constamment un bord clair que traversent les prolongements en forme de bâton ; ce bord est l'expression d'un espace lymphatique dans lequel aboutissent directement les espaces périvasculaires qui pénètrent dans la couche corticale du cerveau. Le même espace lymphatique existe dans la rétine entre la membrane hyaloïde et la couche des fibres du nerf optique.

Pour le cerveau, la relation entre la pie-mère et la substance moléculaire corticale est très-analogue à ce qu'elle est pour la moelle. Dans d'autres parties encore où la substance moléculaire se présente également en grande masse (substance gélatineuse de Rolando, par exemple), la substance moléculaire se comporte d'une façon tout à fait analogue par rapport au tissu connectif.

A partir de ces accumulations, la névroglie envoie, dans la substance blanche, une gange continue qui remplit les lacunes comprises entre les faisceaux des fibres nerveuses et même entre les différentes fibres. C'est dans la moelle où les fibres nerveuses les plus épaisses laissent entre elles de grands interstices qu'il est le plus facile d'étudier la gangue moléculaire. La pie-mère qui envoie ces cloisons dans l'intérieur de la moelle semble pousser devant elle la couche moléculaire périphérique. L'examen exact exige de toute nécessité un éclaircissement des masses de myéline ; d'après les expériences des auteurs qui travaillèrent surtout sur les nerfs périphériques, l'éclaircissement s'obtient le mieux à l'aide de l'eau à détacher de Brœnner (variété de benzine à détacher); ici les auteurs s'étendent longuement sur les détails d'action de ce réactif et sur les illusions auxquelles la forme de coagulation de la moelle nerveuse ne donne que trop facilement lieu, et ils publient toute une série de figures montrant les variétés de forme de coagulation, suivant qu'on agit immédiatement après la mort ou quelque temps après. La gangue comprise entre les faisceaux des fibres nerveuses de la moelle *peut recevoir des fibres du tissu conjonctif, mais elle n'est pas fibreuse elle-même ; les cloisons fines consistant seulement en une matière finement granuleuse et les plus fines se montrent uniquement formées de matière homogène*. Les molécules sont réunies d'une manière continue à la couche moléculaire de l'écorce et des plus grandes cloisons de la moelle; les réactions chimiques confirment également l'égalité de composition des substances des petites et grandes trabécules ou cloisons.

Partout, dans la substance grise comme dans la substance blanche, et le plus abondamment dans la couche corticale du cervelet, on trouve dans la masse moléculaire finement granuleuse des corpuscules arrondis auxquels les auteurs donnent le nom de grains (*Korn*, et non pas *Kern* ou noyaux, qui répond à *myélocytes*).

En dehors de ce qu'on appelle les couches granuleuses, la distribution de

ces grains ne suit aucune règle bien définie dans les organes centraux; ils ne font pas défaut dans les nerfs périphériques (nerf optique), et les auteurs ont trouvé des grains analogues autour des cellules nerveuses, des ganglions sympathiques et spinaux; ils considèrent également comme *grains* les noyaux des réseaux de Frantzel. Pour les auteurs, les grains sont des corpuscules lymphatiques déposés dans les organes centraux, cette opinion est surtout rendue probable par leur disposition alignée à la surface du cervelet et le long des vaisseaux; des injections de cinabre finement divisé, n'ont encore donné aux auteurs aucune preuve parfaitement exacte. Dans la surface corticale du cerveau, les auteurs décrivent la transformation graduelle de ces corps en noyaux de cellules ganglionaires, et pour la moelle, il paraît probable qu'ils se transforment en cellules connectives multipolaires. Si l'on ne s'en tenait qu'à ces dernières paroles, nous devons avouer qu'il serait difficile de se prononcer sur la matière dont les auteurs veulent considérer la substance de la névroglie; mais il faut pour l'apprécier se reporter aux pages importantes (résumées ci-dessus) dans lesquelles ils traitent des réactions qui montrent que la névroglie se rapproche, comme nature chimique, des corps albumineux, et *même, sous quelques rapports, de la substance des cellules nerveuses* (p. 59 du mémoire) et non des substances gélatineuses.

Sur le mécanisme de la fécondation chez les Lépidoptères, par M. Balbiani (*Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1869, in-4, t. LXVIII, séance du 29 mars).

Dans la lettre de M. Cornalia, relative à la maladie corpusculeuse des vers à soie, adressée à M. Pasteur et reproduite dans le *Compte rendu* du 15 mars dernier, l'éminent naturaliste italien rapporte que M. le marquis Crivelli aurait reconnu que lorsque des mâles corpusculeux s'étaient accouplés avec des femelles saines, ils ne leur communiquaient pas les *corpuscules* (*psorospermies*), et que les œufs étaient constamment sains.

Dans les études auxquelles je me suis livré, il y a deux ans, sur la maladie corpusculeuse, et dont j'ai eu l'honneur de soumettre à cette époque quelques-uns des résultats à l'Académie, je m'étais déjà préoccupé de la question de savoir s'il fallait attribuer une part aux mâles dans la transmission des corpuscules à la graine. A cet effet, j'avais entrepris des expériences de grainage dans lesquelles je faisais accoupler des mâles corpusculeux avec des femelles saines. Pour déterminer l'état des papillons devant former les couples, j'avais eu recours à la méthode que j'ai décrite dans ma note présentée à l'Académie dans sa séance du 15 juillet 1867, méthode qui permet de constater la présence ou l'absence des *corpuscules* (*psorospermies*) chez les papillons vivants,

sans aucun préjudice pour ceux-ci. La graine obtenue dans ces conditions s'est toujours montrée d'une santé parfaite, non-seulement à l'examen fait immédiatement après la ponte, mais encore aux différentes périodes du développement embryonnaire, et les jeunes vers éclos de cette graine ne présentaient non plus aucune trace de maladie. Malheureusement je n'ai pu les élever afin de m'assurer s'ils se seraient maintenus en bonne santé pendant toute la durée de l'éducation.

Ce résultat ne présente pas un intérêt purement industriel, il me semble aussi jeter quelque lumière sur certains points encore obscurs du mécanisme de la fécondation chez les insectes. Il est bien évident que les psorospermies, dites *corpuscules* (voy. dans ce recueil, année 1867 : Balbiani, *Etudes sur la maladie psorospermique des vers à soie*, p. 263 et 329, pl. XII), mêlées à la liqueur fécondante du mâle, ne pénètrent pas dans l'œuf de la femelle saine; mais doit-on supposer, avec M. Cornalia, que cela tient à ce que les ouvertures micropylaires de l'œuf, suffisantes pour donner entrée aux spermatozoïdes, sont trop étroites pour livrer passage aux corpuscules? Je crois pouvoir affirmer que telle n'est pas la cause de l'immunité de la graine fécondée par un mâle corpusculeux, et qu'il faut en chercher la véritable raison dans la disposition même des organes de la femelle qui interviennent dans la fécondation des œufs.

On sait, en effet, que chez le Bombyx du mûrier, comme chez tous les autres lépidoptères, les spermatozoïdes, avant leur union avec l'œuf, sont obligés de passer successivement par deux réservoirs dans chacun desquels ils séjournent pendant un temps plus ou moins long. L'un de ces réservoirs, ou poche copulatrice, s'avance directement au dehors par un canal particulier indépendant du canal évacuateur des œufs. C'est dans son intérieur que la liqueur fécondante est d'abord déposée lors de l'accouplement. De cette première vésicule elle passe ensuite dans le second réservoir, ou réceptacle séminal, lequel communique avec l'oviducte par un étroit conduit, le canal fécondateur, qui sert à distribuer aux œufs le sperme à mesure que ceux-ci descendent dans l'oviducte pour être évacués au dehors. L'aspect de ces deux réservoirs varie suivant qu'on les examine immédiatement après l'accouplement ou plus ou moins longtemps après. Dans le premier cas, la poche copulatrice est fortement distendue par le sperme accumulé dans son intérieur, tandis que le réceptacle séminal est vide et contracté. L'examen microscopique de son contenu, chez une femelle saine fécondée par un mâle corpusculeux, y révèle, outre de nombreux filaments spermatiques des corpuscules en plus ou moins grande quantité, et des débris nombreux résultant de la destruction des vésicules dans lesquelles les spermatozoïdes se sont formés. Le lendemain de l'accouplement, et surtout les jours suivants, la poche copulatrice paraît moins gonflée et en partie vide; les spermatozoïdes y sont moins nombreux, mais les corpuscules et les débris membraneux sont tout aussi abondants que dans les moments qui suivent le rapprochement sexuel. Au contraire, le réceptacle séminal s'est rempli, mais ne renferme que des

spermatozoïdes exclusivement, et pas un seul *corpuscule* (*psorospermie*) ni débris des vésicules spermatophores.

On comprend donc que les organismes parasites ne puissent parvenir dans l'oviducte et introduire dans l'œuf un principe de maladie au même instant où l'élément mâle y développe l'aptitude à la vie.

Il reste à nous demander quel est le but que la nature s'est proposé en donnant à l'appareil fécondateur la disposition que nous venons de rappeler sommairement. Il me paraît d'abord hors de doute que, dans les phénomènes de la fécondation, la poche copulatrice joue le rôle d'un organe épurateur du sperme en retenant les particules étrangères mêlées à ce liquide, et dont le contact avec l'œuf pourrait entraver son union avec l'élément mâle ; tels sont les lambeaux des enveloppes spermatophores susceptibles d'obstruer les orifices de l'œuf par lesquels pénètrent les filaments fécondateurs.

D'un autre côté, tout semble calculé de manière à opérer une sorte de sélection de ces filaments, en vertu de laquelle les mieux développés et les plus agiles parviennent seuls dans le réceptacle séminal pour se combiner ensuite avec l'élément femelle. Je crois qu'il est, en effet, démontré par les faits exposés plus haut que le transport des spermatozoïdes de la *poche copulatrice* au *réceptacle séminal* est entièrement dû aux mouvements propres de ces filaments; car si les contractions actives de la poche y intervenaient pour la moindre part, on devrait retrouver dans le réceptacle séminal, outre les spermatozoïdes, aussi une plus ou moins grande quantité de corpuscules expulsés en même temps que ceux-ci; or, c'est ce qui n'a jamais lieu, comme nous l'avons vu précédemment. L'inertie de la poche copulatrice est prouvée encore par l'examen microscopique, qui ne montre aucun élément contractile dans ses parois, lesquelles sont uniquement formées d'une enveloppe sans structure, épaisse et résistante, doublée intérieurement d'une mince membrane composée de grandes cellules hexagonales juxtaposées.

Par contre, le conduit qui la fait communiquer avec le réceptacle séminal présente des fibres musculaires striées très-prononcées, disposées circulairement, dont les contractions ont évidemment pour effet d'oblitérer la lumière du conduit, en sorte que, loin de favoriser la sortie des filaments, cette disposition paraît bien plutôt destinée à les retenir dans l'intérieur de la *poche copulatrice* jusqu'à ce qu'ils y aient acquis leur développement complet.

Une fois parvenus dans le *réceptacle séminal*, les spermatozoïdes n'en sortent plus que pour pénétrer dans l'oviducte et y opérer la fécondation des œufs; or, cette fécondation devant être successive et intermittente, et coïncider avec le passage de chaque œuf devant l'orifice ovarien du conduit excréteur du réceptacle, il était nécessaire que la sortie des filaments spermatiques fût sous la dépendance des éléments musculaires intrinsèques du réservoir qui les renferme, et pour ainsi dire réglée par les contractions propres de celui-ci. Aussi ses parois sont-elles munies d'une couche musculaire puissante, formée des fibres transversales striées, s'étendant de la base au sommet de l'organe. Une couche semblable existe aussi dans le canal fé-

condateur, et sa disposition indique qu'elle doit amener, en se contractant, l'occlusion complète de ce conduit, en sorte que nous trouvons ici à la fois un appareil contractile, qui retient les filaments prisonniers dans le réceptacle séminal tant que l'œuf n'est pas engagé dans l'oviducte, et un autre appareil de même nature, qui détermine leur expulsion lorsqu'un de ces corps se présente devant l'embouchure du canal fécondateur. Le jeu réciproque de ces deux appareils musculaires est probablement réglé par des actions réflexes qui se manifestent sous l'influence de l'excitation produite par le contact de l'œuf avec le pourtour de l'orifice par lequel le sperme est versé dans l'oviducte.

Recherches expérimentales sur la transmission de la teigne de l'homme aux animaux domestiques et des animaux à l'homme, par M. Saint-Cyr, professeur à l'école vétérinaire impériale de Lyon (*Extrait des Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1868 et 1869).

Ce travail comprend : 1° une série d'expériences dans lesquelles l'auteur a réussi à faire développer le favus sur sept jeunes chiens, en déposant sur la peau de deux d'entre eux des spores de l'achorion prises sur le chat (observation communiquée à l'Institut par M. Bouley) ; les cinq autres animaux ont contracté la maladie par simple cohabitation ;

2° Le récit d'un cas de transmission accidentelle de cette maladie des chiens à l'auteur, non point, à la vérité, sous la forme classique du *prorigo favosa*, mais sous celle de l'*herpès circiné*, bien que le parasite que M. le docteur Rollet a étudié avec l'auteur ait été positivement reconnu pour être l'*Achorion* et non le *Trichophyton*.

Ces recherches, auxquelles M. Saint-Cyr s'adonne depuis 1864, offrent de l'intérêt au double point de vue de la pathologie comparée et de l'hygiène publique.

Au point de vue de la pathologie comparée, car il n'est pas indifférent de savoir que l'*Achorion Schœnleinii*, Lebert, peut germer et germe, en effet, avec la plus grande facilité, sur la peau du chat et du chien aussi bien que sur la peau de l'homme lui-même.

Au point de vue de l'hygiène publique, car les faits notés plus haut sont la preuve irrécusable de la transmission possible et même facile de la maladie déterminée par ce parasite des animaux à l'homme, d'où peuvent résulter des indications pour éviter ou prévenir cette transmission.

Ce sont ces faits que l'auteur s'est efforcé de mettre en lumière dans ses mémoires. Il y démontre en effet :

1° Qu'il existe chez les animaux, — le chat et le chien en particulier, — une maladie cutanée parasitaire, due à l'*Achorion Schœnleinii*, Lebert ;

2° Que cette maladie, à peine signalée jusqu'à ce jour, et dont j'ai, le premier, donné la description détaillée, est cependant assez commune ;

3° Qu'elle offre, chez les animaux domestiques, absolument les mêmes caractères essentiels que chez l'homme ; ce que démontrent les planches qui accompagnent l'un des mémoires de l'auteur ;

4° Qu'on peut facilement la faire passer, par le transport direct des spores, du chat au chat, de l'enfant au chat, et du chat au chien ;

5° Qu'elle peut passer avec non moins de facilité des animaux à l'homme ;

6° Que, dans ce passage des animaux à l'homme, comme aussi sans doute dans son passage de l'homme à l'homme, elle peut revêtir, dans certains cas, une forme insolite rappelant, à s'y méprendre, l'*herpès circiné*.

D'où il résulte que, dans le diagnostic des maladies cutanées parasitaires, il ne faut pas s'en tenir exclusivement aux caractères objectifs de la lésion anatomique, mais qu'il importe encore, et surtout, de rechercher le parasite et d'analyser ses caractères spécifiques.

En appelant l'attention sur une des causes possibles, peut-être plus active qu'on ne croit (bien qu'elle soit à peu près ignorée jusqu'ici), de la propagation de la teigne dans l'espèce humaine, ce travail peut mettre sur la voie des moyens prophylactiques à employer pour s'opposer à l'extension de l'une des maladies les plus rebelles de l'enfance.

Recherches sur le système lymphatique du Congre (*Murœna conger*, L.), par M. Jourdain, docteur ès sciences.

La portion terminale de la nageoire centrale est couverte d'un réseau de lymphatiques, dont les maîtresses branches se réunissent pour donner naissance à un tronc impair (*vaso-lymphe caudal*), situé au-dessous de la veine du même nom dans l'angle de réunion des hémapophyses. Ce tronc reçoit, à droite et à gauche, des rameaux opposés, qui suivent assez exactement le trajet des divisions de l'artère caudale, et rapportent la lymphe des nageoires, des muscles et des téguments de la région postérieure du corps. J'ai cherché vainement, dans toute l'étendue du vaso-lymphe de cette région, un réservoir pulsatile, tel qu'on en rencontre dans l'anguille dont la structure anatomique offre tant de traits communs avec le poisson qui nous occupe.

Parvenu au niveau de l'extrémité postérieure des reins, le vaso-lymphe caudal se bifurque, en pénétrant dans la cavité abdominale. Les branches de bifurcation (*vaso-lymphe sous-vertébraux*) se placent sur les côtés de la face inférieure de la colonne vertébrale, dont les vertèbres sont creusées d'une gouttière destinée à les loger. Par leur côté externe, ces vaso-lymphes émet-

tent des branches grêles qui contournent la vessie pneumatique, perforent chemin faisant le repli suspenseur de la bandelette génitale, dont ils reçoivent les lymphatiques, et vont s'ouvrir dans des dépendances des vaso-lymphes viscéraux, accompagnant ainsi les anses veineuses anastomotiques que j'ai signalées jadis entre la veine rénale afférente et la veine porte.

A la hauteur de la courbure pylorique, une de ces arcades anastomotiques du côté droit prend un développement considérable, passe transversalement entre l'intestin et la vessie pneumatique, et reçoit : en avant les vaisseaux du foie et de la vésicule biliaire ; en arrière : 1° une branche qui longe le bord droit de l'intestin dans toute sa longueur et en reçoit un grand nombre de rameaux satellites des vaisseaux à sang coloré : ce tronc, vers sa partie moyenne, se dilate en un sinus oblong et variqueux, et, à son origine, reçoit les lymphatiques de la vessie urinaire ; 2° une branche qui est située entre l'estomac et l'intestin, et qui se partage en deux rameaux se distribuant l'un à la face gauche de l'intestin, l'autre à la face opposée de l'estomac ; 3° les lymphatiques des corps rouges de la vessie aérienne ; 4° une branche qui côtoie le bord gauche de l'estomac.

Au niveau des branches, chacun des vaso-lymphes sous-vertébraux reçoit un tronc assez grêle, qui se subdivise en autant de branches qu'il existe d'arcs branchiaux. Les rameaux d'origine de ce tronc constituent un réseau autour des vaisseaux afférents et des lamelles respiratoires.

Les vaso-lymphes sous-vertébraux, après s'être anastomosés par l'entremise d'une arcade transversale située au-dessous de la deuxième ou de la troisième vertèbre dorsale, et après avoir reçu le tronc des lymphatiques de l'appareil branchiostége, se jettent chacun dans un *réservoir cervical*, en communication avec le système à sang coloré.

Ce réservoir, d'une forme irrégulièrement quadrilatérale, est placé en arrière de la cavité orbitaire ; la région pétromastoïdienne en dedans, et la portion du temporal qui s'articule avec elle, en dehors, en forment la voûte ; une membrane fibreuse, renforcée par le muscle abducteur de l'arcade temporo-palatine, en constitue inférieurement le plancher. Il est pourvu de deux orifices : l'un, occupant l'angle interne et postérieur, est muni d'une valvule afférente, c'est l'embouchure du vaso-lymphe sous-vertébral ; l'autre, pratiqué à l'angle interne et antérieur, communique avec une branche de la veine cardinale antérieure, logée dans un canal creusé dans la région pétromastoïdienne. Les dispositions anatomiques de ce réservoir en rendent le jeu facile à comprendre. A chaque mouvement d'expiration, le volet temporo-palatin se rapproche de la base du crâne, la cavité du réservoir se trouve rétrécie, et la lymphe comprimée, s'échappant par l'orifice antérieur qu'elle trouve libre, passe dans la veine cardinale ; quand, par un mouvement contraire, le volet palatin s'éloigne de la ligne médiane, au moment de l'inspiration, le réservoir s'élargit et le liquide du vaso-lymphe sous-vertébral peut s'y déverser.

En résumé, le système lymphatique du Congre se compose essentiellement d'un vaso-lymphe sous-vertébral, simple en arrière, double en avant, rece-

vant les lymphatiques viscéraux et ceux de l'appareil respiratoire, et se dilatant, avant de se jeter dans le système à sang coloré, en un réservoir compressible, qui joue le rôle d'un cœur lymphatique. (*Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences du 21 décembre 1868.*)

Des conditions anatomiques de la production des actions réflexes, par M. J. Chéron (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1868, in-4, t. LXVI).

Chez les céphalopodes, l'étude histologique des ganglions palléaux permet de reconnaître qu'il n'existe dans ces organes que des cellules unipolaires.

Les unes sont plus petites et placées au centre, elles reçoivent une partie des fibres du nerf palléal.

Les autres ont un volume beaucoup plus considérable et sont disposées à la périphérie, le pôle dirigé vers le centre, où il se continue avec les fibres qui s'échappent du ganglion en divergeant, pour renforcer les fibres du nerf palléal qui traversent le ganglion.

Le nerf palléal se divise, chez la sèche, en deux branches avant d'arriver au ganglion ; l'une pénètre jusqu'au centre de ce dernier ; arrivé en ce point, une partie de ses fibres se terminent dans les petites cellules dont je viens de parler ; les autres se portent en divergeant hors du ganglion, et s'accolent à celles qui émergent des grandes cellules périphériques.

L'autre branche longe le bord externe du même ganglion : arrivée au niveau de l'angle postérieur, elle s'anastomose avec une branche nerveuse émanée de ce même organe. A ce point de réunion il existe un petit renflement ganglionnaire qui ne renferme que des cellules bipolaires allongées sur le trajet des fibres du palléal qui vont former le nerf récurrent de la nageoire, lequel se distribue tant à cet organe qu'à la partie antérieure du corps.

Les ganglions des bras que l'on peut observer si facilement chez l'élédone et chez le poulpe renferment des cellules bipolaires et tripolaires dans leur partie périphérique ; dans la masse centrale on n'observe plus que des cellules unipolaires placées régulièrement les unes à côté des autres et dont le pôle est dirigé vers le centre du ganglion, lequel centre est composé de matière granulaire amorphe et de noyaux parmi lesquels on voit encore quelques cellules.

La composition histologique des ganglions que je viens de décrire présente donc cette différence que les uns ne contiennent que des cellules unipolaires, et que les autres, au contraire, avec des cellules unipolaires renferment des cellules bipolaires et tripolaires.

Or, si l'on excite, par les différents moyens employés en physiologie, les rameaux nerveux qui émergent des ganglions palléaux ou les parties auxquelles

ils se distribuent, aucun mouvement ne répond à cette excitation; ces ganglions ne sont point des centres d'actions réflexes.

Dans les bras, au contraire, il suffit de pincer la peau pour voir des mouvements s'effectuer dans l'organe excité, et la peau qui le recouvre présenter un jeu très-actif des chromatophores ; ces mouvements et ces changements de coloration s'effectuent alors même que le bras est séparé du corps ; il ne saurait donc y avoir de doute à cet égard : les ganglions des bras des Céphalopodes sont bien des centres d'actions réflexes. Il en est de même pour le ganglion qui est placé au-dessous du palléal chez la sèche.

Je connaissais la structure des ganglions que je viens de décrire ; j'avais vu les cellules unipolaires que contiennent les uns et les cellules multipolaires que contiennent les autres, alors que je n'avais pas encore constaté l'existence des actions réflexes dont les ganglions des bras sont le siége et le résultat négatif que donnent, sous ce rapport, les ganglions palléaux.

Mon attention une fois éveillée sur ce point, j'ai fait de nouveau l'histologie des ganglions dont je viens de parler, et mes résultats ont été les mêmes que ceux que j'avais donnés dans mon mémoire sur l'anatomie du système nerveux des Céphalopodes dibranchiaux (1).

Conclusions. — Des faits que je viens d'exposer je crois pouvoir conclure que l'existence des cellules unipolaires, du moins chez les animaux qui sont ici en question, ne saurait être attribuée au mode de préparation ; que ces cellules étant les origines des fibres nouvelles, alors que celles qui pénètrent dans le ganglion seraient insuffisantes à innerver les parties auxquelles le ganglion doit distribuer ses filets, ces cellules doivent être considérées comme des cellules de renforcement et en porter le nom.

Enfin, que les ganglions qui contiennent des cellules à deux, trois ou un plus grand nombre de pôles, étant le siége d'actions réflexes tandis que ceux qui ne renferment que des cellules unipolaires ne sont jamais le centre de semblables phénomènes physiologiques, la condition anatomique de la production des actions réflexes est l'existence de la cellule multipolaire dans les centres où ces actions se produiraient.

Nota. — Ces études, continuées sur d'autres ganglions appartenant encore aux Céphalopodes, confirment les résultats que je viens d'exposer. Je ne tarderai pas à les publier.

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1866, fig. 9, 13, 14, 20, 21.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

RECHERCHES

SUR LE MÉCANISME DU VOL DES INSECTES

Par M. E. J. MAREY,
Chargé de cours au Collége de France.

(Suite.)

Il manque encore un élément très-important pour avoir la connaissance complète des mouvements que l'aile de l'insecte exécute pendant le vol. En effet, la méthode optique, en nous indiquant tous les points du parcours de l'aile dont la pointe est dorée, ne nous indique pas dans quel sens se fait ce parcours ; quel que soit le sens dans lequel l'aile se meuve dans son orbite, la figure lumineuse qu'elle fournit doit toujours être la même.

Un moyen très-simple m'a fourni la solution de cette nouvelle question ; voici en quoi il consiste :

Soit, fig. 1, l'image lumineuse que fournissent les mouvements

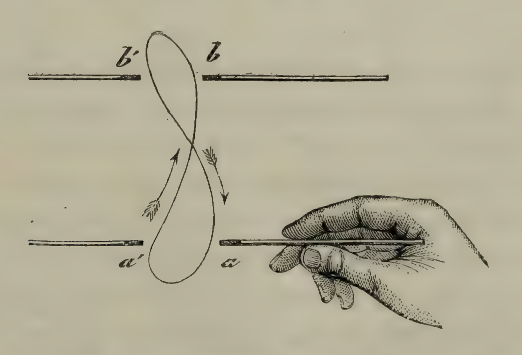


Fig. 1. — Détermination du sens des mouvements de l'aile d'un insecte.

de l'aile droite d'un insecte. Des flèches indiquent le sens dans lequel s'exécutent ces mouvements que l'œil ne peut suivre. On prend une petite baguette de verre poli et on la noircit à la fumée

d'une bougie ; puis, tenant cette baguette perpendiculairement au plan dans lequel l'aile se meut, on en présente la pointe noircie en *a*, c'est-à-dire en avant de la boucle inférieure. On tâche de faire pénétrer cette pointe dans l'intérieur du parcours alaire, mais dès qu'elle pénètre dans cette région, la baguette reçoit une série de chocs de l'aile qui frotte à sa surface et enlève le noir qui la recouvrait. En examinant la pointe de verre, on voit que le noir a été essuyé à sa partie supérieure seulement, ce qui montre qu'au point *a* de son parcours, l'aile est descendante. La même expérience étant répétée en *a'*, c'est-à-dire à la partie postérieure du parcours alaire, on trouve que la baguette a été frottée par en bas, c'est-à-dire qu'en *a'* l'aile était ascendante. On peut constater de la même façon que l'aile remonte aussi en *b* et descend en *b'*.

Nous connaissons maintenant tous les mouvements que l'aile d'un insecte exécute dans son parcours, ainsi que le double changement de plan qui les accompagne. La connaissance de ce changement de plan nous a été donnée par l'inégal éclat des deux branches du 8 lumineux. Or on peut s'assurer que dans le parcours de l'aile descendante, c'est-à-dire de *b'* en *a* dans la figure 1, la face supérieure de l'aile regarde un peu en avant, tandis que de *a'* en *b*, c'est-à-dire dans la remontée, cette face regarde un peu en arrière.

Ces mouvements si complexes tendraient à faire admettre l'existence d'un appareil musculaire très-complexe lui-même. Mais l'anatomie de l'insecte ne révèle pas l'existence de muscles capables de commander tous ces mouvements. On ne reconnaît guère dans les muscles moteurs de l'aile que des élévateurs et des abaisseurs, et du reste, en examinant de plus près les conditions mécaniques du vol de l'insecte, on va voir que pour produire tous ces actes successifs si bien coordonnés, il suffirait d'un va-et-vient alternatif imprimé par les muscles ; la résistance de l'air entraîne tous les autres mouvements.

Si l'on arrache l'aile d'un insecte, et si, la tenant par l'espèce de pédicule qui l'attache au thorax, on la soumet à un courant d'air, on voit que le plan de l'aile s'incline d'autant plus que l'on

souffle avec plus de force. La nervure antérieure de l'aile résiste, tandis que le voile membraneux qui la prolonge en arrière fléchit à cause de sa plus grande souplesse. En soufflant sur la face supérieure de l'aile, on voit cette face se porter en arrière, tandis qu'en soufflant par dessous, on tourne cette face en avant.

N'est-il pas clair que dans les mouvements de l'aile pendant le vol la résistance de l'air produira sur le plan de l'aile les mêmes effets que les courants d'air que nous venons d'employer tout à l'heure? Du reste, les changements de plan que produirait dans ces conditions la résistance de l'air sont précisément ceux que l'on observe pendant le vol. Nous avons vu en effet que l'aile descendante présente sa face antérieure en avant, ce qui s'explique par la résistance de l'air agissant de bas en haut et que l'aile ascendante tourne sa face supérieure en arrière, ce qui tient à ce que la résistance de l'air agit alors de haut en bas.

Il n'est donc pas besoin d'admettre des actes musculaires spéciaux pour opérer les changements de plan de l'aile ; ceux-ci, à leur tour, vont nous donner la clef des mouvements obliques et curvilignes qui produisent le parcours en 8 de chiffre suivi par l'aile de l'insecte.

Reportons-nous à la figure 1 ; l'aile descendante se porte en même temps d'arrière en avant. Or l'inclinaison que prend le plan de l'aile, sous l'influence de la résistance de l'air, commande nécessairement cette descente oblique de b' en a. Un plan incliné qui frappe l'air tend à se mouvoir dans le sens de sa propre inclinaison.

Supposons donc que, par l'action musculaire, l'aile s'élève et s'abaisse simplement; la résistance de l'air, grâce à l'action qu'elle aura sur le plan de l'aile, forcera l'organe à se porter en avant pendant qu'il s'abaisse. Mais cette déviation ne pourra se produire sans une flexion légère subie par la nervure. D'autre part, la force qui dévie l'aile en avant devra nécessairement varier en intensité suivant la vitesse avec laquelle l'organe s'abaisse. Aussi, lorsqu'à la fin de sa course descendante l'aile s'abaissera d'un mouvement plus lent, on devra voir la nervure moins énergiquement déviée ramener l'aile en arrière d'un mouvement cur-

viligne. Ainsi s'explique naturellement la formation de la branche descendante du huit de chiffre parcouru par l'aile.

La même théorie s'applique à la formation de la branche ascendante de cette figure. En somme, une sorte d'oscillation pendulaire exécutée par la nervure de l'aile suffit, avec la résistance de l'air, pour engendrer tous les mouvements que l'observation révèle.

DE L'ACTION PROPULSIVE DES AILES DE L'INSECTE.

Les mouvements que je viens de décrire constituent l'essence même du mécanisme du vol chez les insectes. Chaque coup d'aile frappe l'air obliquement et décompose la résistance de ce fluide de telle sorte qu'il résulte une composante horizontale qui pousse l'insecte en avant. Cette composante se produit dans la descente de l'aile aussi bien que dans son élévation, de telle sorte que les deux temps de l'oscillation de l'aile ont une action également favorable à la propulsion de l'animal.

Il se produit un effet analogue à celui qu'on obtient dans l'eau par les mouvements de la godille. Chaque coup de cette rame qui présente un plan incliné à la résistance de l'eau décompose cette résistance en deux forces, l'une qui agit en sens contraire du mouvement de la rame, l'autre dont la direction est perpendiculaire de celle de ce mouvement, c'est celle qui pousse le bateau.

La plupart des propulseurs qui agissent dans l'eau utilisent ainsi la décomposition de la résistance du fluide par le mouvement d'un plan incliné. La queue des poissons produit une propulsion de ce genre, celle du castor agit de même, avec cette différence qu'elle oscille dans un plan vertical. L'hélice elle-même peut être considérée comme un plan incliné dont le mouvement serait continu et toujours de même sens.

Pour rendre plus saisissable l'action de l'aile de l'insecte et les effets de la résistance de l'air, voici l'appareil que j'ai construit. Soit, figure 2, deux ailes artificielles composées d'une nervure rigide terminée en arrière par un voile flexible formé de baudruche soutenue par de fines nervures d'acier; le plan de ces

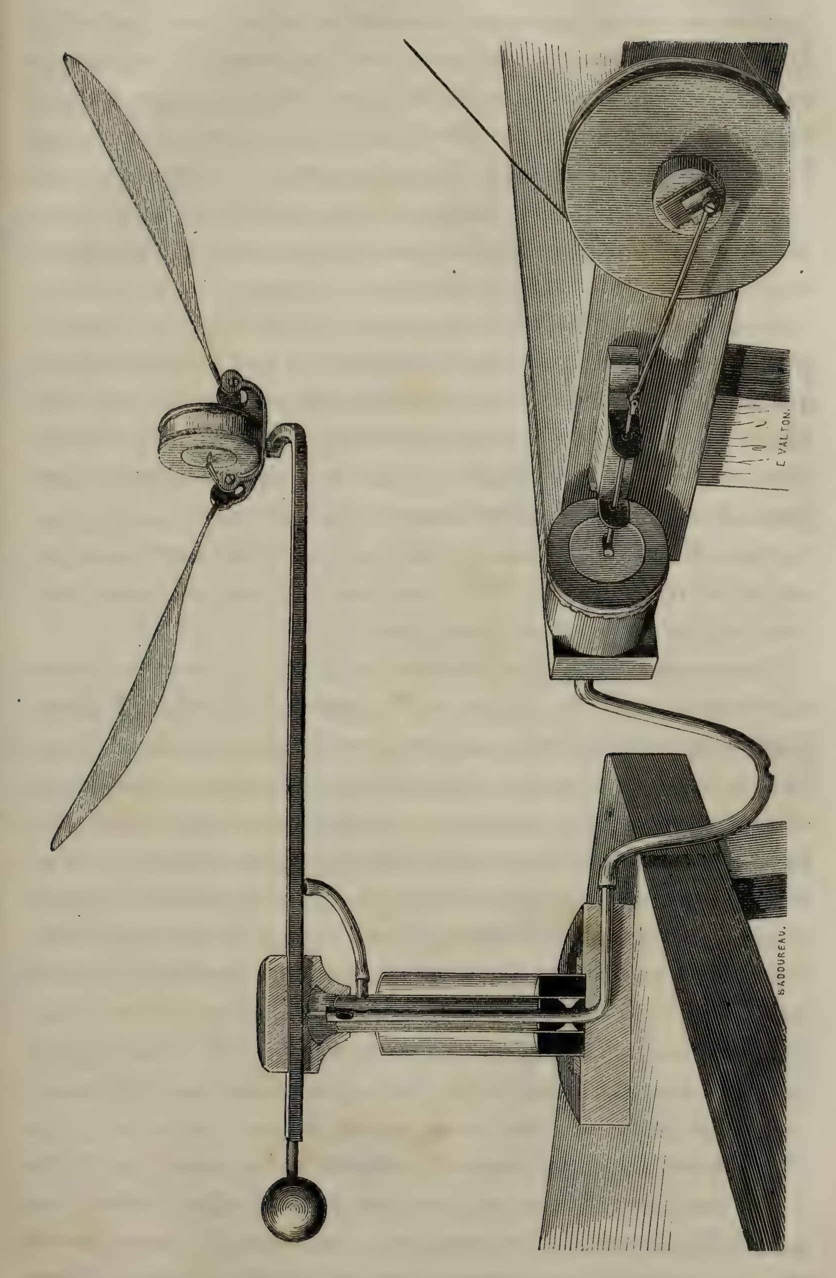


Fig. 2. — Insecte artificiel ou schéma du vol des insectes.

ailes est horizontal ; un mécanisme de leviers coudés les élève ou les abaisse sans qu'aucun mouvement de latéralité soit possible. Le mouvement des ailes est commandé par un petit tambour de cuivre dans lequel de l'air est foulé ou raréfié alternativement par l'action d'une pompe. Les faces circulaires de ce tambour sont formées de membranes de caoutchouc articulées avec le levier qui réunit les ailes ; l'air comprimé ou raréfié dans le tambour imprime à ces membranes flexibles des mouvements puissants et rapides qui se transmettent aux ailes.

Un tube horizontal équilibré par un contre-poids permet à l'appareil de pivoter autour d'un axe central et sert en même temps à conduire l'air de la pompe dans le tambour moteur. L'axe est formé d'une sorte de gazomètre à mercure qui produit une clôture hermétique des conduits de l'air, tout en permettant à l'appareil de tourner librement dans un plan horizontal.

Ainsi disposé, l'appareil permet de saisir le mécanisme par lequel la résistance de l'air combinée avec les mouvements de l'aile produit la propulsion de l'insecte.

Mais avant cela, on peut démontrer que les phénomènes accessoires que la méthode optique nous a fait constater dans l'aile de l'insecte se reproduisent également sur l'appareil artificiel. On a vu que les articulations de l'appareil ne permettent aux ailes que de s'élever et de s'abaisser. Si l'on dore l'extrémité des ailes de l'appareil et qu'on fasse rapidement marcher la pompe à air en immobilisant l'appareil sur son pivot, on voit que les ailes en s'agitant décrivent également dans l'espace la figure du 8 de chiffre. En comparant l'éclat relatif des deux branches du 8 on voit que cet éclat varie pour chacune des branches suivant l'incidence de la lumière, et qu'en faisant varier cette incidence, on fait passer le maximum d'éclat de l'une des branches à l'autre.

Que se passe-t-il donc pour expliquer ces phénomènes ? Le changement de plan de l'aile artificielle s'explique par l'effet de la résistance de l'air agissant sur la partie flexible de l'aile artificielle. Quant aux mouvements de latéralité, nous avons vu qu'ils ne peuvent se passer dans l'articulation de l'aile ; il faut donc que la nervure subisse une flexion dans chacun des deux

temps de l'oscillation de l'aile ; cette flexion est la conséquence de la formation du plan incliné. Elle montre l'existence de la *composante* horizontale qui se produit, soit dans l'abaissement de l'aile, soit dans son élévation ; elle permet même de mesurer l'intensité de cette composante. Il suffit, en effet, de déterminer quel est le poids nécessaire pour fléchir et dévier en avant la nervure de l'aile d'une certaine quantité, pour savoir que la force horizontale qui dévie l'aile de cette même quantité pendant le vol est précisément équivalente à ce poids.

Cette force qui dévie la nervure de l'aile de l'appareil lorsqu'on le maintient fixe poussera l'appareil tout entier en avant si on l'abandonne à lui-même. En effet, si l'on cesse de maintenir en place l'insecte artificiel, on le voit prendre un mouvement de rotation rapide autour de son axe. Le mécanisme de la translation de l'insecte est donc éclairé par cette expérience qui confirme pleinement les théories que nous avons déduites de l'analyse optique et graphique des mouvements de l'aile pendant le vol.

On peut se demander si les mouvements en 8 de chiffre que décrit la pointe de l'aile d'un insecte captif se produisent aussi lorsque l'animal vole. Nous venons de voir que la flexion de la nervure est due précisément à la force qui pousse en avant l'insecte quand il est devenu libre. On pourrait donc supposer que la nervure de l'aile ne cède pas à cette force quand l'insecte vole librement et que la composante horizontale se traduit uniquement par une impulsion de la totalité de l'insecte en avant.

En examinant la figure décrite par l'aile artificielle pendant le vol, on voit que le 8 de chiffre persiste dans cette circonstance. A la vérité, cette figure est modifiée par la translation de l'appareil ; elle subit une sorte de déploiement et elle prend l'aspect du 8 de chiffre enregistré sur un cylindre tournant, mais elle ne se réduit pas à une simple courbe pendulaire, ce qui arriverait si la nervure restait toujours rigide. On comprend qu'il en soit ainsi à cause de l'inertie de l'appareil qui ne peut subir les mouvements variables que chaque coup d'aile tend à lui imprimer. L'appareil, une fois en mouvement, est tantôt en avance, tantôt en retard sur la force horizontale que développent

ses ailes; c'est pourquoi la nervure alaire est obligée de s'infléchir parce que la masse à mouvoir ne peut obéir instantanément à la composante horizontale que l'aile emprunte à la résistance de l'air. Le même phénomène doit se passer dans le vol d'un insecte véritable.

L'appareil schématique dont on vient de voir la description ne donne pas encore une idée exacte du mécanisme du vol de l'insecte. J'ai dû, pour la facilité de la description des mouvements de l'aile, supposer que son oscillation se fait de haut en bas, c'est-à-dire du dos au ventre de l'animal couché horizontalement sur l'air. Mais il suffit d'observer le vol de certains insectes, la mouche commune, par exemple, et la plupart des autres diptères, pour voir que le plan dans lequel se meuvent les ailes n'est point vertical, mais au contraire très-voisin de l'horizontalité. Ce plan présente un peu sa face supérieure en avant; or, à cette face supérieure répond la nervure de l'aile. C'est donc de bas en haut et un peu en avant que s'exercera la propulsion de l'insecte. La plus grande partie de la force déployée par l'aile aura pour effet de soutenir l'insecte contre l'action de la pesanteur; le reste de cette force le portera en avant.

En changeant l'inclinaison du plan d'oscillation de ses ailes, ce qui peut se faire par des mouvements de l'abdomen qui déplacent le centre de gravité, l'insecte pourra, suivant le besoin, augmenter sa tendance à voler en avant, perdre la vitesse acquise et rétrograder, ou enfin, se jeter de côté.

Il est facile de voir, quand un hyménoptère volant à toute vitesse s'arrête sur une fleur, que cet insecte porte fortement le plan d'oscillation de ces ailes en arrière.

Rien de plus variable, du reste, que l'inclinaison du plan dans lequel les ailes oscillent chez les différentes espèces d'insectes. Les diptères m'ont paru avoir ce plan d'oscillation très-voisin de l'horizontalité; chez les hyménoptères l'aile se meut dans un plan plus voisin de 45 degrés; enfin les lépidoptères battent des ailes presque verticalement à la manière des oiseaux.

Pour rendre saisissable cette influence du plan d'oscillation des ailes et montrer que la force empruntée à la résistance de l'air a

le double effet de soulever l'insecte et de le diriger, il faut donner au *schéma* une disposition particulière. Il faut d'abord pouvoir changer le plan d'oscillation des ailes de l'insecte, ce qui s'obtient par un pivotement du tambour à l'extrémité du tube horizontal au bout duquel il tourne. Et pour rendre sensible la force ascentionnelle qui se développe dans cette nouvelle condition, il faut que l'appareil ne se borne plus à un simple mouvement de rotation dans le plan horizontal, mais qu'il puisse osciller dans le plan vertical comme le ferait le fléau d'une balance.

La figure 3 montre la disposition nouvelle que j'ai donnée à l'appareil pour obtenir ce double résultat.

Dans cet appareil, la pompe à air qui constitue la force motrice est conservée ; il en est de même de la colonne tournante qui pivote sur le gazomètre à mercure. Mais au-dessus du disque qui termine en haut cette colonne, est établie une articulation nouvelle qui permet au tube horizontal équilibré au bout duquel est l'insecte artificiel, d'osciller dans le plan vertical comme le fléau d'une balance. Pour établir la communication entre la colonne tournante et le tube qui porte l'insecte, je me sers d'un petit tube de caoutchouc assez flexible pour ne gêner en rien les mouvements oscillatoires de l'appareil.

D'autres modifications tout à fait acccessoires se voient encore dans la figure 3 : l'une consiste dans l'emploi d'un tube de verre pour conduire l'air de la pompe motrice à l'insecte ; l'autre consiste en un changement du mécanisme qui fait mouvoir les ailes. La modification la plus importante est l'existence d'une articulation qui permet de donner au plan d'oscillation des ailes toutes les inclinaisons possibles.

L'appareil étant disposé de telle sorte que le contre-poids assez rapproché du centre ne fasse pas équilibre au poids de l'insecte et du tube de verre qui le supporte, on oriente l'insecte de façon que les ailes se meuvent dans un plan horizontal, la nervure étant en haut. Alors, toute la force motrice est dirigée de bas en haut, et dès que la pompe marche, on voit l'insecte s'élever verticalement. On peut estimer facilement le poids soulevé par les battements des ailes, et comme en déplaçant le contre-poids on fait

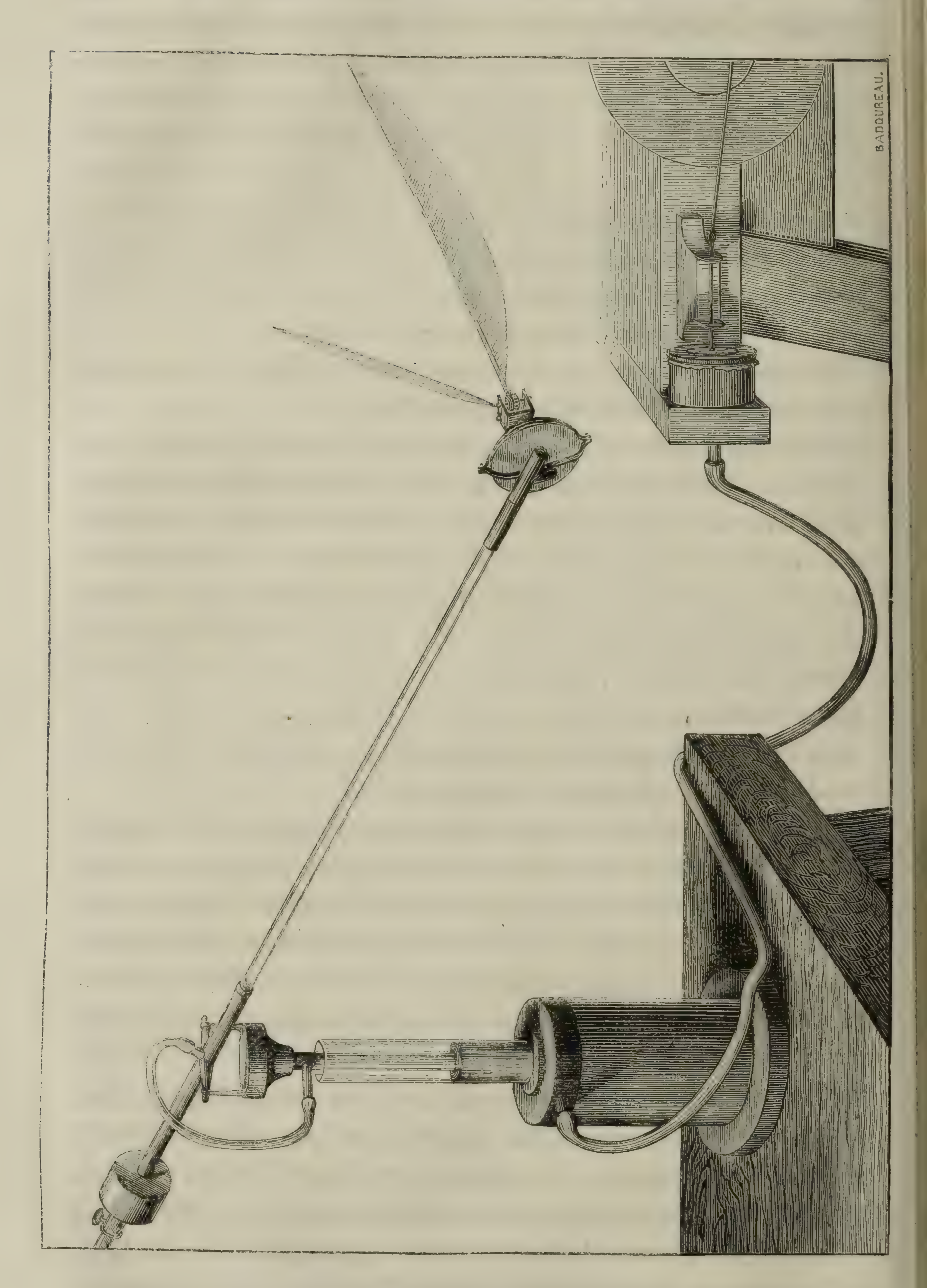


Fig. 3. — Schéma permettant de rendre sensible la force ascensionnelle développée par l'insecte.

varier à volonté le poids de l'insecte, on peut déterminer l'effort développé suivant la fréquence ou l'amplitude du mouvement des ailes.

En faisant faire un demi-tour à l'insecte de façon que ses ailes oscillant toujours dans un plan horizontal tournent leurs nervures en bas, on développe une force verticale descendante qu'on estime en éloignant plus ou moins le contre-poids et en faisant soulever ce contre-poids par la descente de l'insecte.

Si l'on oriente le plan d'oscillation des ailes verticalement, l'insecte tourne horizontalement autour de son support de la même façon que dans l'appareil décrit précédemment et représenté fig. 2.

Enfin si l'on donne au plan d'oscillation des ailes la position oblique qu'il présente chez la plupart des insectes véritables, c'est-à-dire si la nervure regarde à la fois en haut et un peu en avant, on voit l'insecte se soulever malgré l'insuffisance du contre-poids et tourner en même temps autour de l'axe vertical; c'est-à-dire que l'appareil présente le double effet qu'on observe chez un insecte qui vole, trouvant à la fois dans le battement de ses ailes la force qui le soutient contre la pesanteur et celle qui le dirige dans l'espace.

De ces deux forces, la première est de beaucoup la plus considérable : aussi, lorsqu'un insecte plane sur une fleur et qu'on l'observe obliquement éclairé par le soleil couchant, peut-on constater que le plan d'oscillation de ses ailes est presque horizontal. L'inclinaison doit évidemment se modifier dès que l'insecte veut se porter rapidement dans une direction quelconque, mais alors l'œil ne peut plus guère le suivre et constater ce changement de plan dont la théorie et les expériences ci-dessus indiquées autorisent à admettre l'existence. Un point curieux de l'histoire du vol des insectes serait l'étude des mouvements préparatoires au vol. Je ne parle pas seulement du déploiement des ailes que les coléoptères exécutent avant de s'envoler, mouvement qui est parfois assez lent pour qu'on puisse bien l'observer, ni du déplissement des premières ailes qui, chez les Guêpes, s'exécute avant le vol. D'autres insectes, les diptères, présentent un mou-

vement très-curieux de pivotement de l'aile autour de sa nervure, au moment ou les ailes qui étaient étendues sur le dos dans l'attitude du repos se portent en dehors et en avant pour le vol. Les Mouches, les Tipules et d'autres insectes encore présentent ce mouvement préparatoire qui s'observe très-bien quand l'insecte épuisé n'a plus la même énergie dans le vol. On voit la nervure de l'aile rester sensiblement immobile, et autour d'elle tourne la toile membraneuse dont le bord libre passe directement en bas. Cette position étant obtenue, l'insecte n'a plus qu'à faire osciller son aile dans la direction presque horizontale d'arrière en avant et d'avant en arrière. Si ce pivotement n'existait pas, l'aile couperait l'air par sa tranche et serait entièrement incapable de produire le vol. Chez d'autres espèces, les Agrions par exemple, les quatre ailes, au repos, sont adossées entre elles au-dessus de l'abdomen de l'animal. Leur nervure est en haut et garde sa position quand les ailes se portent en bas et en avant; ici, aucune préparation au vol n'est nécessaire. Chez ces insectes comme chez les papillons, l'aile n'a qu'à entrer en mouvement pour que l'animal s'envole.

Il serait curieux de suivre dans la série des insectes les variations que présente le mécanisme du vol, mais je n'ai pu jusqu'ici faire qu'un nombre très-restreint d'observations : j'attends l'occasion de les compléter.

MÉMOIRE

SUR L'ENCÉPHALE DES ÉDENTÉS

Par GEORGES POUCHET

PLANCHES I A VI.

(Suite et fin, voyez pages 1 et 147.)

VII

DÉVELOPPEMENT.

Nous avons pu disposer d'un certain nombre de jeunes individus appartenant aux principaux genres de l'ordre des Édentés, et en étudier l'encéphale; il est arrivé toutefois que sur plusieurs le cerveau était dans un état d'altération qui ne permettait pas de tirer de cette recherche tout le parti possible. Une étude de développement n'est fructueuse qu'à la condition d'être faite à un certain nombre de moments successifs chez le même animal. Il ne pouvait être question ici de rien de pareil; nous avons dû nous borner à indiquer les principaux traits de ces cerveaux, et à en donner les mesures, qui pourront plus tard servir à des comparaisons utiles. Mais nous devons d'abord noter ce fait que les Édentés, qu'on a parfois décrits comme presque privés de circonvolutions dans l'âge adulte, sont au contraire par ce côté remarquablement précoces. L'Aï, par exemple, a de très-bonne heure un profond sillon sur l'hémisphère. Une autre remarque importante, c'est que certains Édentés semblent présager pendant la première période de la vie fœtale un système de plis cérébraux un peu différent de celui qu'ils offriront plus tard; c'est ainsi que l'embryon du Tamanoir a une espèce de scissure de Rolando dont on ne retrouve plus trace chez l'adulte.

Aï.

Nous avons pu observer plus ou moins complétement le cerveau de trois jeunes Aïs d'âges différents. Le premier est un fœtus encore éloigné du terme de la vie utérine : il mesure de l'extrémité du museau à la naissance de la queue 0m,113; il n'a pas encore de poil (1). Les hémisphères sont presque aussi hauts que longs; le lobe de l'hippocampe est très-saillant; les bulbes olfactifs ont un développement proportionnel à celui des hémisphères, mais il n'en est plus de même du cervelet, qui est très-petit et très-rejeté en arrière. Les quatre tubercules géminés sont à découvert, et, de profil, le cervelet s'élève à peine à leur niveau (pl. III, fig. 1-2).

Nous rapprochons des mesures prises sur cet embryon celles que nous ont données deux autres Aïs en jeune âge, dont nous allons reparler plus loin :

	Embryon de 113 millim.	Jeune sujet de 153 millim.	Jeune sujet de 390 millim.
Longueur totale de l'encéphale......	23	30	42
Longueur des hémisphères..........	15	22	28
Distance des hémisphères au cervelet.	3 1/2	»	»
Longueur du cervelet.............	6	8	»
Largeur du bulbe rachidien.........	5 1/2	8	»
Largeur du cervelet................	9	14	19 (?)
Largeur des tubercules quadrijumeaux.	7	»	»
Largeur des hémisphères...........	16	20	»
Largeur des deux bulbes olfactifs	8 1/2	10	»
Hauteur des hémisphères..........	12	17	»

Chez cet embryon de 113 millim., les sillons qui séparent les plis sont à peine indiqués; un seul fait exception, celui qui limite en dessus la circonvolution courbe, il est très-accentué, très-profond, en même temps que très-arqué. — Le diamètre transversal des testes est plus grand que celui des nates. — Le cervelet a en dessus une figure à peu près quadrilatère. Il est uni; le vermis ne forme ni saillie, ni dépression, et n'a que huit plis environ, qui se continuent à droite et à gauche sur les lobes latéraux. Ce

(1) Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. Mag. E. 1630.

n'est qu'à la partie tout à fait inférieure que deux sillons verticaux indiquent la limite du lobe moyen. Le lobule fait une légère saillie sur le côté, il a déjà un système de plis à part.

Le second Aï dont nous avons à parler mesure 153 millim. de l'extrémité du museau à l'origine de la queue (1), il est par conséquent encore très-jeune (pl. III, fig. 3-4). Son cerveau nous a offert avec le moule pris dans la cavité crânienne de l'adulte des différences assez grandes. — Si d'un autre côté on le compare au fœtus de 113 millimètres, on voit que les plis se sont accentués ; tous les sillons ont une profondeur à peu près uniforme ; le principal qui était si arqué s'est en partie redressé. La circonvolution frontale, au lieu d'être continue avec le second pli longitudinal, comme chez l'adulte, passe au devant de lui, un sillon les sépare ; au contraire, elle se prolonge latéralement par la circonvolution courbe très-large et déjà marquée de sillons transversaux. Le collet du bulbe olfactif est accentué (2). Les hémisphères recouvrent les tubercules quadrijumeaux par une avancée qu'on voit à l'extrémité de la grande scissure médiane, sur un plan un peu inférieur à celui de la surface du cerveau : c'est la paroi même du venticule latéral de chaque côté, dont l'extension en arrière paraît précéder celle de la couche superficielle des hémisphères. En même temps, les lobes du cervelet se sont accusés, le vermis est devenu distinct dans toute son étendue, et les lobes latéraux enveloppent le lobule qui ne fait plus aucune saillie.

Un troisième Aï mesurant 0m,39 de long de l'extrémité du mu-

(1) Le jeune Aï dont Rapp a figuré le cerveau pesait vingt-trois onces et son encéphale cent quatre-vingt-six grains, probablement sans les bulbes olfactifs qui ne sont pas représentés sur la planche de Rapp.

(2) Rapp décrit le cerveau de son jeune Aï comme parcouru d'arrière en avant par trois plis principaux (*Hauptwindungen*) : le pli interne parallèle au sillon antéro-postérieur qu'il longe ; le second, parallèle au premier ; le troisième recourbé en avant du cervelet et descendant à la face inférieure du cerveau où il se termine par un épaississement considérable (*die aüsserste Windung krümmt sich vor dem kleinen Gehirn auf die Grundfläche herunter und endigt sich dort mit einer starken Verdickung*). Évidemment c'est du lobe de l'hippocampe que Rapp veut parler ici. La figure qu'il donne, faite avec un très-grand soin, trop grand peut-être, ne laisse pas bien voir ces trois circonvolutions principales au milieu des proéminences et des dépressions qui couvrent dans sa planche la surface entière du cerveau.

seau à la naissance de la queue avait le cerveau trop altéré pour qu'il fût possible d'en bien déterminer les caractères. Quoiqu'il approchât de l'âge adulte, la disposition des circonvolutions rappelait celle de l'individu précédent, plutôt que celle de l'adulte. La circonvolution frontale, extrêmement large, paraissait se continuer avec la circonvolution courbe. Il n'a pas été possible de prendre toutes les mesures; encore celles que nous donnons sont-elles peut-être trop faibles, l'organe paraissant avoir subi dans toutes ses parties une rétraction notable. — A l'âge qu'avait cet individu. les sinus frontaux ne s'étendent pas encore au delà des bulbes olfactifs.

Unau.

Nous avons pu observer deux jeunes sujets du genre Unau (1). Ils doivent avoir à peu près la taille de celui dont Tiedemann a figuré l'encéphale : l'un mesure $0^{m},21$ de long et l'autre $0^{m},19$. Le frontal, très-épais chez tous deux, n'est encore creusé d'aucun sinus.

Nous avons figuré le cerveau du premier (pl. III, fig. 6-8). Le cerveau du plus jeune était durci et un peu revenu sur lui-même : les mesures que nous en donnons, sont donc légèrement trop faibles.

	Individu de 19 centim.	Individu de 21 centim.
Longueur totale de l'encéphale..	38^{mm}.	42^{mm}.
Longueur des hémisphères.....	24	29
Longueur du cervelet.........	11	14 1/2
Hauteur des hémisphères.......	16	21 1/2
Largeur du bulbe.............	8	10
Largeur du cervelet...........	16	21 1/2
Largeur des hémisphères......	22 1/2	30 1/2
Largeur des bulbes olfactifs....	11 1/2	14 1/2

Chez ces deux individus, la disposition des plis rappelle exactement l'adulte. Entre eux, il n'y a que des différences légères ; cependant les sillons du plus jeune sont moins nets, celui qui sépare le deuxième pli longitudinal du troisième est formé de

(1) Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. « Mag. E. 2720 » et « Mag. E. 2721 ».

deux portions bout à bout qui ne se rejoignent pas encore ; le pli courbe du plus jeune est moins étendu, il circonscrit une aire à peine aussi large que lui-même ; le pli courbe accessoire est aussi beaucoup plus court. Dans la période de développement représentée par la différence d'âge de ces deux individus, la masse des hémisphères tend visiblement à descendre en arrière et sur les côtés du lobe de l'hippocampe. Le sillon qui sert de limite à celui-ci, horizontal chez le premier, est très-incliné chez le second ; et par suite, l'extension considérable du pli courbe chez le second ne répond pas à une augmentation proportionnelle de la hauteur de l'encéphale.

Pangolin.

Nous avons eu trois cerveaux de jeunes Pangolins appartenant à différentes espèces. L'un était en parfaite conservation, le second pouvait encore fournir des indications assez précises, le troisième permettait simplement de vérifier que chez les trois espèces il y avait une grande analogie, une identité presque absolue dans la disposition générale des circonvolutions.

Le premier, un jeune *Manis Guy* Focillon, mesure 155 millim. de l'extrémité de la tête à la naissance de la queue (1). Voici les dimensions exactes que nous a données son encéphale :

Longueur totale de l'encéphale...	28mm.
Longueur des hémisphères......	16 1/2
Longueur du cervelet..........	10 1/2
Hauteur des hémisphères.......	16
Largeur du bulbe.............	8
Largeur du cervelet...........	15
Largeur des hémisphères.......	21
Largeur des bulbes olfactifs.....	13

Les plis et les sillons ont une netteté remarquable. La circonvolution frontale s'isole un peu du premier pli longitudinal. Le second est beaucoup plus large en avant, dans la région où plus tard il semblera se contourner sur lui-même ; il est bordé en dehors par un sillon très-arqué. La circonvolution courbe se présente

(1) Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. Mag. E., 1626 *bis*, « *Manis javanica* Desm., jeune, donné par M. Bosc, 1826 ».

simplement comme une plate-forme bien délimitée par de profonds sillons, mais qui n'offre encore ni plis transversaux, ni le développement en longueur d'une véritable circonvolution (pl. IV, fig. 7-11).

Le second jeune Pangolin est un *Manis tridentata* Foc., il mesure environ 18 centimètres de l'extrémité du museau à la naissance de la queue (1). Tout le cerveau était fortement contracté et durci. Nous y retrouvons le même sillon arqué que chez le précédent, autour du même pli courbe rudimentaire ; mais au milieu de celui-ci on distingue déjà une sorte de partie centrale, sans doute le commencement de l'aire déprimée de l'adulte. Le second pli longitudinal vient se fondre en avant, comme le premier, dans la circonvolution frontale. Il y a peut-être un collet autour du bulbe olfactif.

Le troisième sujet est un jeune *Manis pentadactyla* (2) mesurant 18 millimètres de l'extrémité du museau à la naissance de la queue. Il avait le cerveau encore plus durci que le second et même fractionné par la dessiccation ; toutefois on voyait encore très-nettement les deux plis longitudinaux dont le second enveloppe la circonvolution courbe. L'altération de ce cerveau était d'autant plus regrettable que cet individu appartient probablement à l'espèce dont nous avons décrit le cerveau chez l'adulte.

En tous cas, on voit par ce qui précède que les trois espèces *Guy*, *tridentata*, *pentadactyla*, sont trés-identiques par les caractères de leur cerveau, du moins dans le jeune âge. Elles nous présentent un type commun parfaitement accentué, mais qui s'éloigne cependant un peu du cerveau du Pangolin adulte dont nous avons donné plus haut la description, et dont l'espèce est d'ailleurs incertaine.

Cachicame.

Chez un fœtus de Cachicame à terme ou presque à terme (3),

(1) Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. Mag. E. 1861, « *Manis tridentata* Foc., d'Afrique ».

(2) Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum. Mag. E. 1632, « *M. laticaudata* Wiegm., de l'Inde. »

(3) Galerie d'anatomie comparée, IX, 2198.

qui mesure 105 millim. du museau à l'origine de la queue, le long sillon oblique de la surface de l'hémisphère est très-faiblement marqué, et celui qui vient à sa rencontre au-dessus du lobe sphénoïdal, à peine distinct (pl. V, fig. 9). Le cervelet est peu développé; le vermis, beaucoup plus volumineux que les lobes latéraux, est intimement appliqué contre les tubercules quadrijumeaux et n'atteint pas tout à fait à la hauteur des testes.

Voici les mesures prises sur cet individu et sur deux autres Cachicames également en jeune âge :

	Individu de 105 millim.	Individu de 175 millim.	Individu de 190 millim.
Longueur totale de l'encéphale	25	31	33
Longueur des bulbes olfactifs	3	4 1/2	6 1/2
Longueur des hémisphères sur la ligne médiane	13 1/2	16	18
Diamètre oblique des hémisphères	16	19	20
Longueur du cervelet	8	14	14
Largeur du bulbe rachidien	»	10	11
Largeur du cervelet	13	18	19
Largeur des tubercules quadrijumeaux	7	8	»
Largeur des hémisphères	18	22	23
Largeur des bulbes olfactifs	13	16	19
Longueur d'un bulbe olfactif mesuré par la face inférieure	»	»	7 1/2
Distance du bulbe olfactif au lobe de l'hippocampe	»	»	4 1/2

Le dernier de ces trois individus est le sujet d'après lequel nous avons décrit l'encéphale du Cachicame : il n'est pas encore adulte, puisqu'il ne mesure que $0^{m},190$ de l'extrémité du museau à la naissance de la queue. Chez le second (1), qui est un peu plus jeune et moins long de 15 millim., les parties étaient exactement dans le même état.

Oryctérope.

Le cerveau du fœtus d'Oryctérope long de 310 millim. que nous avons décrit (2) est plus ovale que chez l'adulte; il rappelle,

(1) Laboratoire d'anatomie comparée. « Mag. E. 1620 ».
(2) Voy. ci-dessus, p. 33.

mieux qu'il ne fera plus tard, celui des Fourmiliers (pl. V, fig. 4). Voici ses principales dimensions :

Longueur totale de l'encéphale	54mm.
Longueur des bulbes olfactifs	6
Longueur des hémisphères sur la ligne médiane	30
Diamètre oblique des hémisphères	34
Longueur du cervelet	19
Largeur du cervelet	26
Largeur des hémisphères	35
Largeur des bulbes olfactifs	18

Au cervelet, le vermis l'emporte beaucoup sur le volume des lobes latéraux, qui sont comme recourbés en S sur eux-mêmes et par conséquent plus difficiles à distinguer. Les lobules leurs servent de couronnement et dessinent les extrémités arrondies de l'organe.

Tamanoir.

Nous avons décrit ailleurs (1) un très-jeune embryon de Tamanoir qui paraît avoir été pris dans le sein de la mère à une époque peu avancée de la gestation, puisqu'il ne mesure que 0m,090 du vertex à la naissance de la queue. Les tubercules quadrijumeaux sont complétement à découvert, et les deux hémisphères ont, réunis, une figure à peu près cordiforme. Ils sont lisses, mais cependant on y voit vers le milieu une dépression lozangique dont la grande scissure médiane figure la diagonale. A la vérité cette dépression est peu profonde et elle doit s'effacer de bonne heure : c'est le seul exemple, encore est-il passager, que nous offrent les Édentés d'un sillon partant de la grande scissure. Il rappelle assez bien la dépression cruciale (scissure de Rolando) que présente dans la même région le cerveau des Carnassiers.

VIII

CONCLUSION.

La conclusion la plus claire à tirer de tout ce qui précède, c'est la grande variété de l'encéphale chez les Édentés, ce sont les diffé-

(1) Voy. *Mémoires sur le grand Fourmilier*, Cinquième mémoire.

rences profondes qu'il offre d'un groupe naturel à l'autre, dans cet ordre aussi remarquable par l'unité du plan organique sur lequel il est construit que par la divergence des formes qui nous révèlent ce plan.

L'encéphale des Édentés n'a pas de caractère spécifique applicable à tout l'ordre et seulement à lui. Il ne se distingue que par un ensemble assez complexe de particularités dont presque aucune n'est constante. En cela les Édentés ne diffèrent pas des autres grandes coupes admises généralement parmi les Mammifères placentaires : Quadrumanes, Carnassiers, Rongeurs, etc.

L'encéphale, dans chacun des groupes naturels que forment les Édentés, a une physionomie, un caractère propres qui ne permettent en aucun cas la confusion. Nous avons distingué de la sorte le Mylodon, les Paresseux, le Dionyx, les Pangolins, les Fourmiliers, les Tatous, le Glyptodon. Les variations de l'encéphale chez les Édentés sont donc corrélatives aux variations des formes extérieures du corps ; l'appareil central du système nerveux se modifie parallèlement aux autres systèmes anatomiques tels que le squelette, les dents, et même les téguments. Ce point bien établi — à savoir : que les modifications du système nerveux correspondent toujours à des modifications offertes par les autres systèmes — doit nous mettre en suspicion contre les tentatives faites pour trouver dans le cerveau et ses circonvolutions les bases d'une classification meilleure. Si les systèmes anatomiques plus directement accessibles à l'étude, comme les dents, le tégument, le squelette des extrémités, nous donnent des caractères aussi constants que ceux qu'on peut tirer de l'encéphale, c'est à ceux-là évidemment qu'il faut demander la caractéristique des grandes comme des petites divisions zoologiques.

Une considération décisive milite en faveur de cette préférence. Jamais la taille d'un Mammifère n'a la moindre influence sur la complication, les proportions et les rapports mutuels des parties appartenant aux systèmes anatomiques dont nous parlons, le squelette, les dents, le tégument. Il n'en est pas de même du cerveau. M. Dareste a mis hors de doute que ces circonvolutions, bases de tant de systèmes éloquemment défendus, se simplifient

par le seul fait de la diminution de la taille des Mammifères, comme si chez les plus petits il restait au cerveau quelque chose de l'état fœtal. Il suit de là que les ordres représentés par des Mammifères de moindre dimension comme les Chéiroptères et les Insectivores apporteront, par leur taille même, une espèce de cause d'erreur dans toute classification fondée uniquement sur la considération de l'appareil cérébral. On peut se dire que des Chéiroptères ou des Insectivores de grande taille auraient pris place peut-être parmi les Gyrencéphales, de même qu'il eût fallu ranger les Hapales et plusieurs genres voisins parmi les Lissencéphales, s'ils avaient été les seuls représentants connus de l'ordre des Quadrumanes.

La forme, c'est-à-dire les contours et le profil de l'encéphale sont beaucoup plus constants que le nombre et l'agencement des circonvolutions. Dans les ordres de Mammifères où les caractères extérieurs varient peu, où toutes les espèces conservent visiblement un air de famille, le cerveau est plus ou moins couvert de circonvolutions, mais il garde une conformité dans l'aspect général, qu'il est impossible de méconnaître. L'ordre des Édentés nous offre une variété de formes extérieures plus grande même que celle qu'on trouve dans l'ordre beaucoup moins naturel des Pachydermes. Aussi voyons-nous le cerveau différer chez les Édentés d'un groupe naturel à l'autre, non-seulement par le nombre de ses circonvolutions, mais par ses contours et son aspect : le cerveau a subi une variation parallèle à celle du squelette, des dents, des téguments. Nous n'avons pas à expliquer ces changements, nous les constatons en rappelant l'homogénéité profonde de cet ordre si disparate en apparence, si naturel par une foule de caractères anatomiques tirés du système osseux, du système dentaire qui arrive par l'Oryctérope à disparaître complétement, du système artériel toujours riche en réseaux admirables, etc...

Les solutions de continuité entre les différents groupes naturels où se rangent les Édentés actuels, sont bien loin d'avoir été comblées par les découvertes paléontologiques faites jusqu'à ce jour. Des groupes nouveaux, également homogènes, comme celui des

Gyptodon, nous apparaissent dans le passé, tandis que nous n'y voyons presque aucun animal de transition propre à réunir toutes ces ramifications d'un tronc perdu. Il est curieux de rencontrer parmi ces espèces éteintes, celle qui nous offre dans l'ordre entier le type cérébral le plus élevé et le plus parfait. Nous voulons parler du Mylodon. Il est probable que le cerveau du Megatherium, mieux connu, eût offert un exemple encore plus frappant de cette supériorité des Edentés fossiles sur les vivants. Récemment M. Lartet (1) a fait connaître cette loi, en vertu de laquelle les mammifères actuels dont la parenté est évidemment très-proche avec certaines espèces fossiles, ont le cerveau *mieux* développé. Cette loi, qui flatte si singulièrement l'idée moderne que nous nous faisons du progrès organique à la surface de notre planète, n'est point infirmée par le phénomène que nous présente l'ordre des Édentés. Il ne s'agit plus ici d'espèces absolument voisines. La distance est grande des anciens Paresseux terrestres à nos Paresseux contemporains et arboricoles; seulement, leurs cerveaux ont de l'analogie et appartiennent évidemment au même type, de plus la supériorité du Mylodon est manifeste. Donc, à côté d'une marche progressive et ascendante du développement de l'encéphale chez des espèces immédiatement dérivées les unes des autres à travers le temps et reliées par des liens généalogiques incontestables, on peut trouver au contraire une sorte d'abaissement et de recul du développement moyen de l'encéphale envisagé dans un groupe d'animaux déterminé, comme les Édentés phyllophages; et par conséquent dans l'ordre entier dont ce groupe est l'expression la plus élevée.

Si l'on se proposait de classer les Édentés d'après la *dignité* relative de leur encéphale, voici la série qui semblerait la plus naturelle :

? Megatherium,
Mylodon (Megalonyx, etc.);
Paresseux;

(1) *De quelques cas de progression organique véritable dans la succession des temps géologiques sur des mammifères de même famille et de même genre* (*Comptes rendus*. Juin, 1868).

Dionyx;
Pangolins;
Fourmiliers;
Oryctérope;
Tatous;
Glyptodon.

Nous n'avons pas besoin de rappeler que toute conception sériale, dans les règnes organiques, est fatalement *artificielle*. Il ne peut, il ne saurait y avoir de série *naturelle* que celle qui représenterait les modifications apportées par les temps et les milieux dans une LIGNÉE DIRECTE d'êtres vivants. Cette réserve faite, si nous comparons la série qui précède, uniquement basée sur la considération de l'encéphale, à celles qui ont été proposées et adoptées par différents zoologistes, nous voyons d'abord que les Gravigrades (Mégatherium, Mylodon, etc.), rangés par M. R. Owen (1) après les Paresseux, ont sur eux l'avantage. M. Turner (2) adopte pour les Édentés l'ordre suivant : 1° les *Bradypidés*, où il place comme M. R. Owen, les Paresseux en tête; 2° les *Dasypidés*; 3° les *Myrmécophagidés*; 4° les *Manidés*, et 5° les *Oryctéropidés*. La principale différence entre cette série et celle que nous établissons d'après l'encéphale, est la place donnée aux Tatous. Ils ont par le cerveau un caractère d'infériorité incontestable sur les Fourmiliers et les Pangolins, au-dessus desquels les place M. Turner; ils se rapprochent au contraire de l'Oryctérope dont les sépare le zoologiste anglais.

On pourra observer que dans la série basée uniquement sur les apparences encéphaliques, les Édentés vrais (Dionyx, Pangolins, Fourmiliers) restent dans un voisinage immédiat. Le Dionyx à la vérité est reporté au-dessus des Pangolins, mais bien d'autres caractères que ceux du cerveau, et en particulier la présence d'une clavicule, l'éloignent des Fourmiliers.

Une autre remarque peut encore être faite, qui est toute néga-

(1) *Zoological Summary of the Extinct and Living Animals of the Order Edentata* (*The Edinburgh New Philosophical Journal*, vol. XXV, 1843, p. 353.)

(2) *On the Arrangement of the Edentate Mammalia* (*Proceedings of the Zoological Society of London*, Part. XIX, 1851, p. 205.)

tive, à savoir : que la disposition des Édentés d'après les caractères visibles d'élévation du cerveau, ne correspond pas plus à leur distribution géographique que la série où ces animaux seraient rangés d'après l'état plus ou moins parfait de leur système dentaire.

Nous nous sommes expliqué sur le degré d'importance que nous attachons à la considération des caractères de l'encéphale comme base d'une classification méthodique ; nous ne proposons donc nullement de réformer les classifications existantes et de les mettre en harmonie avec l'ordre sérial que nous venons d'indiquer. Celui-ci ne saurait avoir d'autre portée que de montrer des affinités dont la biotaxie zoologique devra tenir compte sinon à l'égal des affinités qui résultent de la comparaison d'autres systèmes anatomiques, du moins dans une certaine mesure. C'est par une sorte de balancement dont il est impossible de donner la règle absolue, entre tous les caractères tirés des différents systèmes, qu'on arrivera seulement à la classification zoologique la meilleure, à celle qu'on pourrait appeler la plus approchée possible.

EXPLICATION DES PLANCHES I A VI.

PLANCHE I.

FIG. 1. Profil du moule de la cavité crânienne du Mylodon robustus (par M. Stahl), d'après une pièce provenant de la collection Séguin.

FIG. 2. Le même moule vu en dessus. Au dixième.

FIG. 3. Aire de la cavité crânienne du Mylodon robustus sur la coupe du crâne. Au vingtième.

FIG. 4. Profil du moule de la cavité crânienne de l'Aï (par M. Stahl), d'après une pièce de la Galerie d'anatomie comparée.

PLANCHE II.

FIG. 1. Vue par la face supérieure du moule de la cavité crânienne du Glyptodon clavipes (par M. Stahl), d'après une pièce provenant de la collection Séguin.

FIG. 2. Le même moule vu de profil. Au dixième.

FIG. 3. Aire de la cavité crânienne du Glyptodon clavipes sur la coupe du crâne. Au vingtième.

PLANCHE III.

FIG. 1. Cerveau d'un fœtus d'Aï, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1630.

FIG. 2. Le même vu en dessus.

FIG. 3. Cerveau d'un jeune Aï, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1628.

FIG. 4. Le même vu en dessus.

FIG. 5. Coupe du cerveau d'un jeune Unau mesurant 19 centimètres de long, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 2720.

FIG. 6. Cerveau d'un jeune Unau mesurant 21 centimètres de long, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 2721.

FIG. 7. Le même vu en dessus.

FIG. 8. Le même vu en dessous.

PLANCHE IV.

FIG. 1. Cerveau de Dionyx, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1660.

FIG. 2. Le même vu en dessus.

FIG. 3. Le même vu en dessous.

FIG. 4. Coupe du même sur la ligne médiane.

FIG. 5. Cerveau de Pangolin (*M. pentadactyla?*), d'après une pièce de la Galerie d'anatomie comparée.

FIG. 6. Le même vu de profil.

FIG. 7. Cerveau d'un jeune Pangolin (*M. Guy* Focillon), d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1626 *bis*.

FIG. 8. Le même vu en dessus.

FIG. 9. Le même vu en dessous.

FIG. 10. Coupe du même sur la ligne médiane.

FIG. 11. Coupe transversale du même, montrant la circonvolution de l'ourlet en continuation de substance avec le pilier de la voûte.

PLANCHE V.

FIG. 1 et 2. Disposition des sillons et des circonvolutions sur le cerveau du Tamandua, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1638.

FIG. 3. Moitié du moule de la cavité crânienne d'un Oryctérope (par M. Stahl), d'après une pièce de la Galerie d'anatomie comparée.

FIG. 4. Cerveau d'un fœtus d'Oryctérope, d'après une pièce de la Galerie d'anatomie comparée.

FIG. 5. Cerveau du Chlamyphore, pièce communiquée par M. A. Milne Edwards.

FIG. 6. Le même vu en dessous.

FIG. 7. Le même vu de profil.

FIG. 8. Coupe du même sur la ligne médiane.

FIG. 9. Cerveau d'un très-jeune Cachicame, d'après une pièce de la Galerie d'anatomie comparée.

PLANCHE VI.

FIG. 1. Cerveau de jeune Cachicame, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée, Mag. E. 1629.

FIG. 2. Le même vu en dessus.

FIG. 3. Le même vu en dessous.

FIG. 4. Coupe horizontale du cerveau d'un Cachicame un peu plus jeune, montrant la saillie que fait dans le ventricule latéral le pilier postérieur de la voûte.

FIG. 5. Cerveau du Tatou d'Encoubert, d'après une pièce du Laboratoire d'anatomie comparée.

FIG. 6. Distribution des artères à la face inférieure du même.

FIG. 7. Coupe du même sur la ligne médiane.

FIG. 8. Coupe longitudinale du même au niveau du ventricule latéral, passant par la saillie du pilier postérieur.

FIG. 9. Coupe transversale du même, montrant la circonvolution de l'ourlet en continuité avec les piliers postérieurs.

FIG. 10. Coupe transversale du même au niveau du corps calleux.

DES

TISSUS ET DES ORGANES ÉRECTILES

Par M. le professeur J. B. ERCOLANI.

RÉSUMÉ

Par le Dr L. LUCIANI,

Aide de physiologie à l'Université de Bologne.

Tandis que M. le professeur Ercolani faisait dessiner les préparations destinées à éclairer son travail, *Dei tessuti e degli organi eretili* (Bologna, 1869, in-4°, 10 tavole), fruit de longues et patientes études, il reçut le mémoire de M. Legros, couronné par l'Institut de France, sur le même sujet (1).

Dans ce mémoire on entrevoit l'idée fondamentale du professeur italien, mais dans sa dernière conclusion M. Legros s'en éloigne complétement. M. Legros, en effet, finit en ces termes :

« Quelle que soit la complication du tissu érectile, nous voyons » que sa nature nous est dévoilée surabondamment par la structure, par l'embryogénie, par l'anatomie comparée ; c'est toujours » un réseau de capillaires plus ou moins dilatés, et l'on serait » peut-être autorisé à ne pas le décrire comme un tissu spécial, » mais comme une modification des vaisseaux capillaires. »

Les observations de M. Ercolani, au contraire, l'ont conduit à distinguer : 1° un tissu *érectile vasculaire;*

2° Un tissu *érectile musculaire;*

3° Un tissu *érectile musculo-vasculaire.*

Or, de l'élément vasculaire il fait dépendre spécialement la turgescence physiologique, de l'élément musculaire la rigidité physiologique, enfin du concours des deux éléments un degré correspondant de turgescence et de rigidité associées.

Au moment de présenter son mémoire à l'Académie de l'In-

(1) *Mémoire sur l'anatomie et la physiologie du tissu érectile dans les organes génitaux des mammifères, des oiseaux et de quelques autres vertébrés*, par M. le docteur Charles Legros. Paris, 1868 (*Journal de l'anatomie et de la physiologie* de M. Robin, n° 1, janvier et février).

stitut des sciences de Bologne, M. Ercolani reçut les *Archives de physiologie normale et pathologique*, Paris, 1868, où M. Rouget traite encore le même sujet sous le titre : *Des mouvements érectiles.* Dans cette brochure purement théorique l'auteur nie d'une manière absolue l'existence du tissu érectile comme tissu spécial, mais dans ses conclusions il se rapproche davantage de l'idée générale du professeur Ercolani en affirmant que, dans la forme plus complexe de l'érection des organes de la copulation, on peut admettre le concours simultané de trois ordres d'agents : 1° dilatation hypérémique des artères hélicines; 2° contraction des muscles trabéculaires, de laquelle dépend la rigidité des cloisons des corps caverneux; 3° probablement, occlusion partielle des tuyaux veineux à la racine des corps caverneux et du bulbe.

Ainsi le hasard a enlevé à M. Ercolani la priorité de ces idées fondamentales, qui n'étaient que le résultat de très-longues et minutieuses recherches; cependant il lui reste toujours une riche série d'observations dont quelques-unes très-importantes qu'il rapporte dans le mémoire que je me suis proposé de résumer afin que l'on puisse immédiatement en saisir l'extrême valeur.

§ 1. — **Du tissu érectile vasculaire.**

Il y a des organes érectiles purement vasculaires, formés par une forte dilatation des vaisseaux capillaires, dans la crête des gallinacés, dans les appendices érectiles de la tête du dindon, et dans le tissu spongieux de l'urèthre et du gland. Cette doctrine, adoptée par Béclard et Cuvier, a été mise en évidence, mieux que par d'autres, par M. Robin (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1864, p. 77) et surtout par M. Legros dans le travail que nous venons de citer. Ainsi, les prétendues lacunes des différents tissus érectiles ne sont que des énormes dilatations des vaisseaux capillaires.

Les nombreuses observations comparées des éléments vasculaires des tissus érectiles plus simples jusqu'aux plus compliqués, et les recherches embryonnaires ne laissent point de doute sur ce fait, dont le mérite appartient principalement à M. Legros.

Cet auteur avait remarqué que les artères des tissus érectiles

diffèrent de celles que l'on rencontre ailleurs par l'épaisseur de leurs parois. Le professeur Ercolani a en outre découvert une particularité fort intéressante sur laquelle je vais appeler l'attention. Il a trouvé que la membrane interne des artères des corps caverneux forme de nombreux replis vers l'axe longitudinal des vaisseaux, de manière que dans une coupe transversale ils se présentent dans leur intérieur élégamment festonnés. La longueur et le nombre des replis varient dans les divers animaux; dans la verge du chien elles apparaissent plus longues et plus nombreuses qu'ailleurs.

M. Ercolani a remarqué aussi une particularité de la membrane externe des artères, mais chez quelques animaux seulement; ainsi chez le mouton et le cochon la membrane vasculaire interne est formée en grande partie de tissu élastique (voy. pl. X, fig. 1, et 2 du mémoire original).

Cette disposition particulière des artères, dont personne ne peut méconnaître l'importance, fait immédiatement entrevoir la possibilité d'une dilatation des artères de la verge bien plus grande qu'il n'est possible ailleurs par le développement et la distension des festons des parois internes de ces vaisseaux. En supposant que le développement des replis soit complet et que le vaisseau dans sa plus grande dilatation devienne circulaire, les calculs mathématiques démontrent que son diamètre se rend approximativement cinq fois et demi plus grand qu'il n'était (voy. p. 62 du mémoire original).

Le professeur Ercolani a rencontré la même disposition anatomique dans le tissu spongieux de l'urèthre et du gland de quelques animaux, et particulièrement de ceux chez lesquels l'érection s'accompagne d'une turgescence vasculaire notable. Ainsi il a non-seulement découvert la présence des replis dans l'intérieur des artères, mais encore celle de replis bien plus rapprochés et plus longs, dans la paroi intérieure des sinus veineux (voy. pl. X, fig. 3, de son mémoire). Cette particularité est surtout remarquable dans les sinus veineux de l'urèthre du lapin, et elle explique l'énorme turgescence de la verge qui peut durer un temps plus ou moins long pendant l'érection.

Les particularités de structure du tissu musculaire des organes érectiles découvertes par M. Ercolani complètent les études anatomiques de M. Legros sur les éléments des vaisseaux de ces organes, et elles apportent une importante contribution à la physiologie de l'érection.

§ 2. — **Des organes érecteurs musculaires.**

Parmi les tissus érectiles M. Ercolani place les tissus *érectiles* purement *musculaires*. Telle est en effet la *lissa* (cloison dite tendineuse de la langue) de la langue du chien qu'il a décrite, en 1854, comme un tuyau tendineux rempli, dans la partie tournée vers le dos de la langue, de fibres musculaires striées, tressées entre elles, et dans la partie inférieure de cellules adipeuses (1) (voy. pl. I, fig. 2, du mémoire originale). M. Virchow, l'année suivante, confirma les observations de M. Ercolani ; et dernièrement M. Braun a démontré que la *lissa* est d'autant plus développée que les animaux portent la langue hors de la bouche pour lécher; c'est ainsi que chez les mirmécophages elle acquiert le maximum de son développement.

Dans la catégorie des tissus érectiles musculaires entre l'*organe de Ruini* qui se trouve dans les pattes des solipèdes, que M. Ercolani a décrit il y a deux ans (2).

Rapprochant ses observations sur le ligament appelé *suspenseur de la jointure* avec celles faites sur la *lissa* des chiens, ce dernier refusa de le considérer avec les anatomistes allemands comme un ligament, et, d'accord avec M. Schiff, il le jugea être un organe élastique analogue dans son action à la *lissa*, et en honneur de l'auteur qui le premier l'avait signalé, il l'appela alors *organo elastico del Ruini*. M. Ercolani a démontré qu'en se contractant la substance musculaire interne rapproche les cordons fibreux externes, d'où résulte nécessairement une rigidité et un allonge-

(1) Ercolani, *Sul preteso verme o tendine della lingua dei cani.* Torino, 1854.

(2) *Observazioni sulla structura normale e sulle alterazioni patologische del tissute fibroso.— Memoria presentato all'Istituto delle scienze di Bologna,* 1866. (Dans la deuxième planche sont représentées les figures de cet organe. Voyez l'original du mémoire résumé ici.)

ment de tout l'organe de manière que le pied s'étend et il est poussé en avant. Maintenant il pense que, par leur structure musculaire et leur fonction physiologique, il serait mieux d'appeler la *lissa* du chien et l'*organe de Ruini* organes érectiles musculaires plutôt qu'organes élastiques, comme il avait cru d'abord.

L'auteur, convaincu que les organes érecteurs musculaires sont largement répandus dans les organismes animaux, a étendu ses recherches sur une plus grande échelle. Il a examiné la *lissa* du kanguroo (*Macropus major*), qu'il trouva notablement différente de celle du chien. Dans la partie inférieure de la pointe de la langue du kanguroo, la *lissa* paraît plus superficielle et plus volumineuse que chez le chien. Les coupes transversales démontrent qu'à la base elle est formée par une agglomération d'une glande tubulaire surmontée par un cordon tendineux vide qui, seulement dans sa partie antérieure, est rempli de tissu fibreux au milieu duquel passent des faisceaux musculaires minces et rares. Vers la pointe de la langue, le cordon fibreux musculaire prend la forme triangulaire. Le côté supérieur du triangle se répand dans la partie inférieure de la langue comme une aponévrose, sur la surface intérieure de laquelle s'insèrent de nombreux faisceaux musculaires, qui vont au dos de la langue en formant autant de cloisons au milieu des muscles linguaux. Un fait analogue à celui que l'on rencontre chez les fourmiliers a lieu chez quelques oiseaux tels que le Pic vert (*Picus viridis*) et le torcol (*Yunx torquilla*). M. Ercolani décrit et donne le dessin dans son mémoire de cet organe érectile dans la langue du pivert (pl. I, fig. 1).

Cet organe nouvellement découvert offre une plus grande complication par la présence d'une épine osseuse centrale qui résulte de la dernière extrémité de l'os hyoïde, de quatre gros cordons tendineux, deux supérieurs et deux inférieurs, de deux cordons élastiques cylindriques placés sur les côtés entre les deux paires de cordons tendineux et d'une couche de tissu élastique qui revêt la langue entière. Ces différentes parties forment la charpente du vrai tissu érectile musculaire qui, en nombreux faisceaux, s'insère en sens rayonné et décussé tout autour de l'épine osseuse,

aux six cordons et à la surface interne de la couche élastique périlinguale. Les muscles propres de la langue sont placés sur les côtés de cet organe. Bien peu différente est la structure de l'organe élastique que M. Ercolani a trouvé dans la langue du torcol, chez lequel cependant les faisceaux des muscles linguaux sont beaucoup plus développés.

Le lancement (*dardeggiare*) bien connu de la langue chez les reptiles a engagé M. Ercolani à rechercher si chez eux aussi existaient des organes érecteurs musculaires. Il s'est borné à l'examen de la langue de nos couleuvres (*Coluber natrix*, et *atrovirens*) parmi les ophidiens, et des lézards (*Lacerta viridis*) parmi les sauriens.

L'organe érecteur est beaucoup plus développé et compliqué dans la langue de ces vertébrés inférieurs qu'il ne l'est dans la *lissa* des mammifères. Chez le *Coluber natrix*, il est formé par un mince tuyau tendineux contenant deux gros cordons élastiques latéraux, environnés par les muscles longitudinaux de la langue. L'organe est partagé par une cloison musculaire moyenne, et les parois internes du tuyau tendineux sont environnées par d'autres fibres musculaires qui ont une direction différente, et forment un muscle constricteur supérieur et deux petits muscles constricteurs inférieurs (pl. II, fig. 2). Dans le centre de l'organe érecteur de la langue du lézard (*Lacerta viridis*) existe un prolongement cartilagineux de l'os hyoïde qui le rapproche de celui du pivert et du torcol. La cloison musculaire moyenne est bien plus développée que chez les ophidiens et partagée en deux par une flèche cartilagineuse. L'entrecroisement et la décussation des fibres transversales qui environnent les deux masses longitudinales des muscles linguaux, sont bien plus prononcés et évidents que dans l'organe érecteur des ophidiens. Il y manque le tuyau tendineux contenant l'organe érectile.

Malgré les différences qui se rencontrent dans les organes érecteurs musculaires chez les différentes espèces et classes d'animaux, M. Ercolani a rencontré chez tous deux faits constants : 1° entrecroisement ou décussation multiple des fibres musculaires qui forment partie intégrale de l'organe érecteur; 2° des faisceaux

de tissu fibreux qui forment dans la pluralité des cas un cordon vide, aux parois intérieures duquel s'insèrent les fibres musculaires de l'organe, remplacé quelquefois par une flèche cartilagineuse ou osseuse dans le centre de l'organe érecteur. C'est ainsi que chez les sauriens le tuyau externe est remplacé par une disposition circulaire des fibres musculaires environnant les muscles linguaux ordinaires, et par une flèche centrale cartilagineuse. L'usage physiologique de tous ces organes c'est de resserrer et pour cela produire un endurcissement et un allongement des parties, dans lesquelles les fibres musculaires entrelacées se contractent.

Ainsi la *lissa* des chiens élève et endurcit la pointe de la langue, qui est dépourvue de muscles élévateurs; l'organe de Ruini étend le pied, et l'organe de la langue des oiseaux et des reptiles leur sert à l'endurcir et à la porter plus ou moins loin et rapidement hors de la bouche.

De ce qui précède, il résulte que l'idée anatomique des *tissus érectiles musculaires* de M. Ercolani n'est pas fondée sur une structure particulière des éléments histologiques dont ils sont composés, qui ne sont que des fibres musculaires striées et des éléments ordinaires conjonctifs et élastiques du tissu fibreux; elle est fondée sur une disposition particulière de ces éléments, dont il résulte non-seulement une simple rétraction et mouvement de l'organe, comme cela arrive pour les muscles ordinaires, mais une *rigidité* et un *allongement des parties*. C'est peut-être pour ne pas avoir distingué la forme des éléments de la manière avec laquelle ils se disposent en tissus que M. Rouget nie l'existence des tissus érectiles comme entité anatomique déterminée. Ainsi le mérite d'avoir saisi la vraie idée de tissu érectile, et l'honneur de la découverte des différents organes érectiles purement musculaires appartient entièrement au micrographe italien.

§ 3. — **Des tissus érectiles musculo-vasculaires.**

Les tissus érectiles qui forment la base des corps caverneux de la verge chez l'homme, les divers mammifères et des oiseaux, ainsi que les tissus érectiles des corps caverneux du clitoris chez

les femmes et les femelles des mammifères, ont une structure bien plus compliquée que celle des tissus érectiles purement musculaires ou vasculaires que nous venons de passer en revue. Dans les corps caverneux, les deux éléments érectiles fondamentaux, vasculaire et musculaire, s'associent et s'entremêlent pour former des tissus érectiles complexes *musculo-vasculaires.*

Cependant, malgré l'union intime du tissu vasculaire avec le musculaire, M. Ercolani attribue plus particulièrement, dans l'acte physiologique de l'érection, à l'élément musculaire la turgescence, et à l'élément musculaire le phénomène de la rigidité. Les mêmes conclusions sont signalées dans l'article de M. Rouget, mais M. Ercolani les fait découler d'une très-longue série d'observations et de descriptions de la structure des corps caverneux de plusieurs animaux de manière qu'il a pu aller plus loin et assigner le rôle qui appartient à tous les éléments très-compliqués dont résultent les corps caverneux dans la production de l'acte physiologique de l'érection.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans sa longue description de tous les corps caverneux chez les différents animaux, dont quelques-uns n'avaient pas été décrits ou avaient été mal interprétés. Nous résumerons seulement les conclusions générales qu'il tire de la patiente et minutieuse comparaison de la disposition et de la proportion des divers éléments dont ils résultent.

Relativement à la configuration générale du corps caverneux, il établit que bien qu'elle soit ordinairement celle d'un cône enveloppé à l'extérieur par l'albuginée, et conservant ainsi la forme typique des organes érectiles simplement musculaires, cependant des différences notables de la forme extérieure existent dans les divers animaux. Ainsi dans la verge de la chauve-souris le corps caverneux, dans l'état de flaccidité, a une forme presque triangulaire; dans le rat, une forme presque semilunaire avec la convexité tournée en haut; dans le cochon il a la forme de fer à cheval qui embrasse l'urèthre avec ses longues branches tournées inférieurement.

Dans d'autres cas, le corps caverneux offre une forme différente selon qu'on l'examine à la base ou à la pointe de la verge. Ainsi

chez le lapin il est triangulaire à la base, conique à la pointe; chez le cochon il est en fer à cheval à la base, et vers la pointe il présente une espèce de torsion due à ce que la branche droite se raccourcit, et arrivée au niveau de la portion dorsale de la verge, l'extrémité de la branche qui était inférieure tourne en haut et à gauche.

Pour ce qui regarde la membrane albuginée du corps caverneux, il reste peu à ajouter à ce qui est déjà connu. M. Ercolani remarque que sur les animaux chez lesquels l'albuginée est bien épaisse, même quand elle est desséchée, elle est formée de deux couches, soit par la couleur différente, soit par l'apparence qu'elle acquiert quand on coupe le tissu fibreux qui la compose. La couche externe est constituée par des cordons fibreux longitudinaux, tandis que l'interne se compose de fibres circulaires et concentriques qui se mettent en rapport de continuité avec le tissu fibreux des cloisons internes, quelle que soit leur forme. La disposition longitudinale des cordons fibreux de la couche externe est partout visible à la pointe du corps caverneux de la verge du bœuf et du mouton. Dans ces animaux, les cordons fibreux se séparent et se répandent au milieu du tissu élastique que forme une grande partie de leur gland, surtout chez le bouc.

M. Ercolani a remarqué des différences anatomiques notables dans la disposition des cloisons tendineuses qui forment des parties internes de l'albuginée. M. Legros (1), mieux que les autres, a résumé ces différences quand il affirme que chez l'homme elles forment une cloison médiane incomplète, chez le chien une cloison complète, et chez le cheval sont des cordons tendineux qui partent de la partie inférieure du corps caverneux, et de là rayonnent dans toutes les directions de manière à représenter dans une coupe transversale de la verge une sorte d'éventail. Chez le lapin, cette disposition est encore plus visible, les faisceaux lamineux rayonnants sont tellement nombreux et tellement épais qu'ils réduisent la trame érectile à fort peu de chose. Chez le cochon d'Inde, les faisceaux sont nombreux aussi, et chez le mou-

(1) Page 11 du mémoire cité.

ton encore on les rencontre en assez grand nombre; mais c'est sur le bœuf et surtout chez le chameau qu'ils touchent au plus haut degré de développement, de façon qu'après un examen superficiel on pourrait croire que le corps caverneux est entièrement composé de tissu fibreux.

M. Ercolani a signalé d'autres différences plus grandes encore dans la partie descriptive de son mémoire, et il croit que les cloisons internes de la membrane 'albuginée n'ont pas encore été étudiées avec une précision suffisante. On est en effet tombé dans l'erreur en admettant que la seule cloison médiane qui représente la réunion des deux coprs caverneux donne la proportion des parties tendineuses internes des corps caverneux en rapport direct avec la membrane albuginée : de même qu'on a jugé de l'abondance plus ou moins grande ou même de l'absence absolue des cloisons tendineuses de l'albuginée dans les corps caverneux des divers animaux par la présence ou le défaut, par la grandeur ou la petitesse, par la manière d'être complète ou incomplète de la cloison médiane. La logique anatomique conseille en effet, et les observations directes confirment que chez quelques animaux dont les corps caverneux sont dépourvus d'une cloison proprement dite, le tissu tendineux interne de l'albuginée est plus abondant que chez d'autres dont les corps caverneux sont munis d'une cloison médiane. Aussi on trouve de nombreux et de très-forts cordons fibreux chez les pachydermes, les ruminants et les cétacés qui sont dépourvus de cloison médiane; tandis qu'ils sont moins étendus et moins importants dans les animaux dont les corps caverneux ont une cloison médiane, soit complète comme chez la taupe et les chauves-souris, soit incomplète comme sur l'homme, ou même complète comme chez le chien, ou représentée par des faisceaux lamineux rayonnants.

Ainsi donc les observations de M. Ercolani conduisent clairement à une conclusion opposée à celle qui est universellement adoptée, c'est-à-dire que chez les ruminants et quelques rongeurs et cétacés, les éléments fibreux de l'albuginée, bien qu'ils ne forment pas une vraie cloison médiane, sont énormes et représentés par un gros cordon fibreux central résultant de la réunion de

nombreux cordons fibreux qui tous sont en rapport avec le tissu de la membrane albuginée (voy. dans son mémoire, pl. V, fig. 2, *a;* pl. VII, fig. 2 *c c;* pl. VIII, fig. 1, *f*).

Bien que dans le plus grand nombre des cas, dans les corps caverneux de la verge des mammifères il existe des cordons fibreux plus ou moins nombreux, unis avec toutes les différentes parties de l'albuginée, de volume et de forme très-variables, cependant beaucoup de quadrumanes font exception. M. Milne Edvards a fait la remarque que chez les cynocéphales et les Cercopitèques la cloison médiane ne s'étend pas au delà de la moitié du corps caverneux (1).

M. Ercolani l'a trouvé rudimentaire et invisible à l'œil nu chez le silvanus (*Macacus?*), tandis qu'il l'a rencontré très-fort et complet dans la verge d'un petit singe d'une espèce indéterminée.

En dehors de l'albuginée et de ses cloisons et des cordons tendineux, l'auteur a examiné l'os de la verge qui constitue la partie extrême du corps caverneux chez quelques animaux. Aux différences déjà bien connues que présente l'os de la verge dans les différentes espèces animales, l'auteur ajoute que sur la taupe le petit os du pénis est compris dans la portion extrême de la cloison tendineuse médiane ; il a encore remarqué que quand il est très-petit ou qu'il manque, la dernière portion de la membrane albuginée est renforcée intérieurement par beaucoup de faisceaux tendineux, soit qu'il existe un vrai gland comme chez la chauve-souris, ou qu'il n'existe pas comme sur la taupe. Dans l'autre partie du corps caverneux de ces animaux, la cloison médiane est complète, mais unique.

D'après tout cela, il résulte que l'albuginée, avec ses faisceaux ou cloisons fibreux correspond, anatomiquement et fonctionnellement aux tuyaux fibreux des tissus érectiles musculaires, et l'os du pénis peut dans quelques cas correspondre aux flèches osseuses ou cartilagineuses de l'organe érectile musculaire de la langue des sauriens et de quelques oiseaux. Quant à la fonction de l'érection, ils représentent la charpente sur laquelle s'insèrent

(1) *Leçons sur la physiol. et l'anat. comparée.* Paris, 1858, t. IX, p. 29.

les éléments contractiles qui sont la partie essentielle du vrai tissu érectile.

Si les faisceaux tendineux internes de l'albuginée chez quelques animaux sont énormes, et sur d'autres sont très-petits et même manquent complétement, les trabécules des corps caverneux, bien qu'elles diffèrent en nombre, volume et constitution, ne manquent jamais. Leur présence constante nous donne tout de suite l'idée de les considérer comme des éléments essentiels dans la formation du vrai tissu érectile des corps caverneux.

Les trabécules sont formées de tissu connectif, de fibres élastiques et de fibres musculaires lisses. Tandis que l'albuginée, avec ses faisceaux ou cloisons fibreuses et l'os de la verge représentent le cylindre fibreux vide, et les flèches cartilagineuses et osseuses des tissus érectiles musculaires, les trabécules des corps caverneux correspondent aux fibres musculaires entrelacées qui, comme il a été répété plusieurs fois, sont l'élément essentiel des tissus érectiles musculaires. En effet, à part cette différence que dans ces derniers l'élément essentiel est toujours formé par des fibres musculaires striées, et que dans les autres ce sont des fibres musculaires lisses, le fait de la décussation et de l'entrelacement des fibres et des faisceaux est toujours évident et très-remarquable dans la verge de quelques animaux.

L'auteur distingue les différentes proportions chez les divers animaux de l'élément unitif élastique et musculaire dont se composent les trabécules des corps caverneux. Le tissu unitif et élastique abonde dans les trabécules des corps caverneux au milieu desquels manquent les faisceaux tendineux de l'albuginée; et le tissu musculaire prédomine dans les trabécules des corps caverneux au sein desquels abondent les faisceaux fibreux. C'est ainsi que chez l'homme et le silvanus on trouve nettement la prédominance du tissu unitif et élastique des trabécules, et que sur les pachydermes, chez les ruminants, chez quelques insectivores, etc., la surabondance du tissu musculaire est bien évidente.

Les trabécules qui sont formées en grande partie du tissu unitif et élastique tiennent lieu de faisceaux fibreux de l'albuginée; en effet elles sont intimement unies à la partie interne de cette

membrane fibreuse, et dans les points d'union on rencontre des cellules adipeuses. Cependant c'est seulement le tissu unitif et élastique des tubercules qui entrelace et se mêle au tissu fibreux de l'albuginée proprement dit, jamais le tissu musculaire. M. Ercolani a, au contraire, observé ce mélange de tissu musculaire ou fibreux, de la cloison médiane et des nombreux faisceaux chez le mouton, le chat et le taureau (voy. dans le mémoire original, pl. V, fig. 1, *e*; pl. VI, fig. 2, *b*).

Chez les solipèdes domestiques, l'éléphant et le porc-épic, on trouve des trabécules presque exclusivement formées de fibres musculaires.

M. Ercolani a aussi rencontré des trabécules entièrement musculaires et ensevelies dans les masses nombreuses des faisceaux internes auxquels elles adhèrent chez le bœuf et le mouton, et un peu moins nombreuses dans le rat; enfin des trabécules en grande partie musculaires, mais peu volumineuses, chez le chien et le cochon d'Inde (voy. pl. 2, fig. 3, *b b*, de son mémoire).

Il a rencontré une seule exception à la règle de la proportion directe entre la quantité des fibres musculaires des trabécules et les faisceaux tendineux dans la taupe, chez laquelle les trabécules sont presque complétement musculaires, et l'on ne voit pas de trace de faisceaux tendineux en dehors de la grosse et forte cloison (voy. pl. III, fig. 2, *a*).

Dans la structure des corps caverneux s'ajoute à l'élément musculaire l'élément vasculaire qui les rend beaucoup plus compliqués et plus parfaits; alors de simples organes érectiles musculaires se trouvent élevés en organes érectiles *musculo-vasculaires*.

Le tissu vasculaire des corps caverneux, dans la forme de tissu érectile vasculaire, est dans la crête des gallinacés, tel que dans le tissu spongieux de l'urèthre; c'est-à-dire il se présente essentiellement sous forme de tissus veineux ou de dilatations capillaires dans les aréoles ou lacunes qui existent dans les interstices des trabécules. Ainsi les sinus veineux se trouvent partout et toujours en contact et unis intimement à la partie musculaire qui revêt les parois trabéculaires. Les artères, au contraire des corps caverneux qui offrent, comme nous l'avons dit, dans

leur intérieur des replis et des festons nombreux, parcourent toujours leur trajet au milieu du tissu unitif et élastique des trabécules.

Le diamètre des cavités aréolaires du corps caverneux n'est en rapport ni avec la grandeur des animaux, ni avec l'ampleur de l'organe, ni avec la structure des trabécules.

L'auteur a rencontré les plus grandes aréoles dans la chauve-souris, sur laquelle les trabécules sont minces et petites, et chez laquelle aussi la paroi interne de l'albuginée et de la cloison médiane offre la disposition particulière festonnée; conditions qui doivent naturellement seconder dans cet animal une énorme dilatation (voy. pl. IX, fig. 1, *a*, *b*, *c*, *d*, de son travail). Chez la taupe, où les trabécules, comme nous l'avons dit, sont en grande partie musculaires, malgré qu'il n'existe pas de faisceaux tendineux, à part la grosse cloison médiane, les aréoles sont aussi très-amples. Il en est de même des aréoles du corps caverneux du singe silvanus (voy. pl. III, fig. 1, *f*), qui sont bien plus grandes que sur l'homme, où existe une cloison médiane qui manque chez ce singe. Dans les solipèdes, les aréoles des corps caverneux sont moins nombreuses et plus petites; et plus encore chez l'éléphant.

Or l'on sait que la turgescence dans l'érection de la verge des solipèdes et de l'éléphant n'est pas moindre, proportionnellement à la grosseur du pénis, que sur l'homme, ce qui semble en contradiction à l'idée bien simple et naturelle du parfait rapport entre la grandeur des aréoles et le degré de tuméfaction du pénis pendant l'érection. Mais M. Ercolani a démontré que dans ces animaux les organes concourant à la tuméfaction ne sont pas principalement représentés par les corps caverneux comme chez l'homme, mais par un tissu spongieux purement vasculaire de l'urèthre qui acquiert un énorme développement surtout chez l'éléphant ce qui fut la cause que le célèbre Georges Cuvier confondit le tissu spongieux qui environne le corps caverneux de l'éléphant avec le vrai tissu caverneux de cet animal.

Quant à la forme des sinus veineux, l'auteur ajoute que dans le corps caverneux du dauphin, du taureau et du chameau, ils ressemblent beaucoup plus aux ouvertures vasculaires d'un plexus veineux qu'aux aréoles des corps caverneux ordinaires.

Tels sont les sujets plus remarquables éclaircis par M. Ercolani sur l'anatomie des corps caverneux de la verge de divers animaux.

§ 4. — Des divers organes concourant à l'érection en général.

On ne donnerait pas une idée assez exacte de l'ampleur et de la richesse des faits particuliers contenus dans le mémoire de M. Ercolani, si, avant de parler du mécanisme de l'érection, on ne rapportait les autres particularités propres aux divers types fondamentaux des organes érectiles indistinctement.

Chez quelques animaux qui, dans l'état de repos, ont la pointe de la verge normalement tournée en arrière, pointe qui se retourne complétement pendant l'érection, à part les éléments constituant le tissu érectile complexe du pénis, l'auteur a encore décrit des organes érecteurs qui aident l'érection, anatomiquement formés par un des trois types fondamentaux. Ainsi, l'organe qu'il a observé dans l'épaisseur de l'albuginée du chat, garde le type des organes érecteurs musculaires plus simples et il est analogue à l'*organe de Ruini*, qu'il a décrit dans les pattes des solipèdes parce qu'il est aussi constitué de fibres musculaires striées; tandis que celui du cochon d'Inde, qui a été regardé comme un muscle spécial par Cuvier, n'est qu'un organe érectile qui fait le type plus composé des organes érecteurs *musculo-vasculaires*.

Chez le rat existe un organe qui aide l'érection rudimentaire; il est formé en grande partie de tissu élastique et fibreux, et à la racine de l'urèthre chez le lapin se trouve un de ces mêmes organes érectiles bien marqué, constitué comme les organes érectiles vasculaires.

L'auteur a encore noté que certaines parties turgescibles de la verge chez quelques animaux et qui se trouvent en rapport direct avec le tissu érectile vasculaire de l'urèthre, peuvent être regardées comme des organes érectiles accessoires purement vasculaires. Tels seraient, en effet, les plexus de la base du pénis de quelques cétacés, le plexus vasculaire dorsal du pénis des solipèdes qui, jusqu'à un certain point, pourrait être représenté par la veine double du pénis de l'homme, très-développée chez quel-

ques singes et le silvanus (*Macacus ?*) surtout, et excessivement volumineuse dans la verge du rat.

M. Ercolani ajoute que dans certains cas les organes ordinairement formés de simple tissu érectile vasculaire sont constitués de tissu érectile musculo-vasculaire, comme cela se rencontre dans le gland du cochon d'Inde et dans le gland très-gros de la chauve-souris. L'auteur cependant fait bien remarquer que la présence seule de faisceaux musculaires au milieu des tissus érectiles vasculaires, comme cela s'observe dans le tissu spongieux de l'urèthre du cheval et du lapin, ne suffit pas pour les faire juger des organes érectiles musculo-vasculaires; mais il faut faire attention à la disposition entrecroisée et décussée en différentes manières des faisceaux et des fibres musculaires.

Dans les cas mentionnés, bien qu'il existe des fibres musculaires lisses, elles n'affectent pas la disposition propre aux tissus érectiles, mais elles suivent complétement une direction parallèle à l'axe longitudinal de l'organe dont elles font partie. Pour ce qui regarde la fonction physiologique de ces fibres longitudinales des tissus spongieux comme l'auteur les a rencontrées réunies en faisceaux nombreux et robustes dans les animaux chez lesquels est aussi très-développée la disposition festonée de la paroi des sinus, il croit que la contraction de ces faisceaux musculaires aide l'évacuation des sinus veineux de l'urèthre, énormément distendus par l'extension des replis de leur paroi interne. De cette façon ces faisceaux musculaires seraient, dans leur action, antagonistes des faisceaux musculaires des trabécules du corps caverneux (qui, comme nous le dirons, retardent par leur contraction l'évacuation des sinus), et ils seraient analogues aux muscles rétracteurs du pénis, formés eux aussi par des fibres lisses parallèles, mais ont été décrits comme des ligaments du pénis par plusieurs anatomistes, surtout chez les ruminants.

Enfin l'auteur nous apprend une autre différence anatomique importante pour ne pas confondre les tissus érectiles vasculaires simples avec les tissus érectiles musculo-vasculaires.

Dans les premiers, les fibres et les faisceaux musculaires passent au milieu du tissu élastique et unitif qui entoure les vais-

seaux dilatés, tandis que dans les seconds les faisceaux musculaires sont constamment accolés et en contact immédiat avec les minces parois des vaisseaux dilatés. — Plus est grande la complication et la perfection de l'organe érectile, plus aussi est étroit et intime le rapport entre le tissu vasculaire et le musculaire. — Chez les oiseaux, les éléments qui forment les organes érectiles les plus parfaits ne font pas défaut, comme ne manquent pas non plus les formes typiques fondamentales; avec cette différence fondamentale cependant que tous les éléments sont dans certains cas isolés et désunis, comme l'auteur l'a observé dans la papille qui représente le pénis du canard.

Parmi les organes érecteurs, le plus important est le tissu érectile musculo-vasculaire du corps caverneux de la verge des mammifères, et cela par sa constance, par son développement, par son type unique et identique qu'il conserve toujours malgré une multiple variété dans la proportion des éléments constituants, et enfin par sa fonction physiologique dont nous étudierons le mécanisme.

§ 5. — **Sur le mécanisme de l'érection.**

L'étude et la connaissance de la structure anatomique des tissus érectiles a pour but l'explication du phénomène physiologique de l'érection.

Dans les trois ordres de tissus érectiles, l'érection offre des caractères différents. Ainsi celle des tissus érectiles purement vasculaires se manifeste par une simple *turgescence* des organes, celle des tissus purement musculaires se présente avec une simple *rigidité*, celle enfin des tissus complexes musculo-vasculaires apparaît avec *turgescence associée à la rigidité*. Or, comme le vrai élément érecteur du premier ordre de tissus est représenté pas des capillaires dilatés à l'instar des sinus veineux, de l'engorgement de ces sinus dépendra nécessairement la turgescence dans l'acte de l'érection; et comme le vrai élément érecteur du second ordre de tissus est formé par des fibres musculaires variablement entrelacées et décussées, la rigidité qui se produit pendant

l'érection dépendra par nécessité aussi de la contraction de ces faisceaux musculaires.

Le facteur de la turgescence des tissus érectiles vasculaires et de la rigidité des tissus érectiles musculaires étant ainsi déterminé, on ne peut plus mettre en doute la légitimité de cette conclusion que : dans les organes musculo-vasculaires, la turgescence est le produit de l'élément vasculaire des aréoles, et la rigidité la conséquence de l'élément musculaire des trabécules.

Cela n'est pas tout cependant, il faut déterminer le mécanisme et le procédé entier physiologique par lequel on arrive aux différentes formes de l'érection ; il faut déterminer de quelle manière le fonctionnement des divers éléments du corps caverneux concourt dans la production du phénomène complexe de l'érection de la verge. L'auteur, après un aperçu historique et critique des différentes théories de la physiologie de l'érection, atteint ce dernier but de son travail.

Les premières idées émises pour expliquer l'érection de la verge portaient à admettre un obstacle mécanique qui naîtrait pendant l'érection et produirait une stase sanguine dans les aréoles. Ainsi les anciens admettaient un obstacle dans la compression de la veine honteuse interne contre la symphyse pubienne. Bientôt cette cause parut insuffisante, et Cuvier et Adelon y ont ajouté un spasme des veines amenant le départ d'une quantité de sang moindre que celle qui arrive. Mais l'expérience a bientôt aussi démontré que l'hypothèse d'une simple stase n'avait aucune valeur: Les artères de la verge en érection battent avec plus de force, et par la ligature complète des veines de la verge on n'a jamais produit l'érection ; aussi Burdach (1) déclara nettement que l'idée de la stase n'était qu'une hypothèse qui n'avait jamais satisfait personne. De cette même façon a été jugée la théorie de Krause et Kobelt (2) qui faisaient dépendre la stase sanguine des contractions des muscles ischio et bulbo-caverneux, et celle de Sappey qui la fai-

(1) *Physiologie*, t. II, p. 150.

(2) *De l'appareil du sens génital des deux sexes dans l'espèce humaine et dans quelques mammifères* (trad. de l'allemand par Kaula).

sait dériver de la membrane qui enveloppe la verge et qu'il décrit sous le nom de *muscle péri-pénien.*

Les connaissances précises de ces derniers temps sur l'existence de fibres musculaires lisses dans le corps caverneux de la verge, que du reste depuis longtemps Bourgelat et Cuvier avaient signalée ont été la cause qu'on les a fait intervenir dans l'explication de l'érection.

Valentin croit que les fibres musculaires trabéculaires, en se contractant, éloignent les parois des aréoles en leur permettant ainsi de recevoir une plus grande quantité de sang. Mais M. Rouget, dès 1858, a combattu vaillamment cette doctrine en considérant que le corps caverneux, comme tuyau fibreux traversé dans son intérieur par des cordes musculaires tendues entre les deux parois, devait s'opposer à la dilatation des aréoles, et produire un effet contraire, c'est-à-dire une constriction avec la contraction de ses éléments musculaires. C'est ce qui arrive précisément quand, par l'électricité ou par le froid seulement, on excite la contraction des faisceaux musculaires du corps caverneux, car on a dans cette circonstance une diminution notable de la verge, accompagnée d'une sorte de rigidité toute particulière et bien différente de celle qui a lieu dans l'érection.

Kölliker (1), admettant la dilatation des aréoles du corps caverneux (ou des capillaires dilatés, selon les observations récentes de MM. Robin et Legros), l'explique non par la contraction des fibres musculaires des trabécules, mais par leur paralysie momentanée. Cette opinion a été embrassée par plusieurs physiologistes, parmi lesquels Milne Edwards (2) qui a adopté la doctrine de Kölliker avec les enseignements de Kobelt sur la contraction des muscles ischio et bulbo-caverneux. Mais il suffit, comme le dit M. Schiff (2), d'une simple expérience pour combattre cette théorie. Si l'on coupe tous les nerfs de la verge, l'organe s'engorge de sang et il offre tous les phénomènes de l'hypérémie passive, mais loin de montrer

(1) *Anatomische und physiologische Verhalten des cavernosen Körpers der Sexual-organe.* Würzburg, 1852.

(2) *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées.* Paris, 1868, t. IX, p. 57.

(3) *Leçons sur la physiologie de la digestion.* Florence, 1868, t. I, p. 265.

un état analogue à l'érection, le pénis ainsi opéré devient plus mou qu'à l'état normal.

L'opinion émise par M. Rouget dans son dernier travail (1) est un peu différente de celle de M. Milne Edwards. Il admet une hypérémie par dilatation paralytique des artères, contraction spasmodique des muscles ischio-et bulbo-caverneux (Krause et Kobelt), du transverse profond (Henle), du muscle de Guthrie, des muscles prostatiques et des vésicules séminales (Rouget), qui produisent une stase veineuse et un surcroît de tension du sang dans les vaisseaux dilatés; et comme élément secondaire, ajoute que la contraction des trabécules musculaires du corps caverneux doit augmenter pendant l'érection la rigidité des organes de la copulation. L'idée d'une dilatation paralytique des vaisseaux naquit après les découvertes de M. Bernard sur les nerfs vaso-moteurs, et M. Robin (*Société de biologie*, 1864) fut le premier à en faire l'application à la physiologie de l'érection, et en la regardant comme dépendante d'une dilatation des aréoles pour la paralysie des nerfs vaso-moteurs. M. Legros (2), au contraire, affirmait que l'érection, bien que réellement elle soit assujettie à l'influence des nerfs vaso-moteurs, n'est pourtant pas une paralysie qui la détermine, mais leur excitation physiologique. Cette doctrine est à peu près d'accord avec l'hypothèse d'Adelon.

M. Schiff, enfin (3), sans hésiter considère l'érection dans le même sens comme un fait physiologique, dont la cause doit être attribuée à une dilatation vasculaire par irritation directe des nerfs qui produit une dilatation active. Il rappelle que M. Eckhard, irritant les nerfs spinaux dont les rameaux se distribuent à la verge, a obtenu l'érection après un temps plus ou moins long, en même temps qu'il s'y établissait une plus grande activité dans la circulation de tout l'organe. Après avoir amputé le pénis, M. Eckhard a vu qu'en irritant les nerfs spinaux, la rapidité avec laquelle le sang coulait augmentait à vue d'œil et le moi-

(1) *Des mouvements érectiles* (*Archives de physiologie normale et pathologique*. Paris, 1868).

(2) *Des tissus érectiles et de leur physiologie*. Paris, 1867, p. 16.

(3) *Leçons sur la physiologie de la digestion*. Florence, 1868, p. 264.

gnon devenait rigide. De ces faits M. Schiff tire deux conclusions importantes : 1° que l'érection ne peut être confondue avec un arrêt de circulation veineuse ; 2° que la pression artérielle du sang augmente pendant l'érection.

En comparant ces différentes opinions et doctrines, M. Ercolani fait remarquer que bien qu'elles semblent diverses et contraires, elles s'accordent cependant toutes dans la recherche et la croyance d'avoir trouvé la raison interne qui amène une quantité plus grande de sang dans la verge en érection, soit par rétention, selon le plus grand nombre des auteurs, soit par plus grand apport, selon quelques-uns. — La doctrine d'Eckhard soutenue par Schiff est la seule qui s'accorde avec la sévérité des faits, cependant elle sert à l'explication de la simple turgescence du tissu spongieux de l'urèthre et du gland, non pas la rigidité du corps caverneux qui s'associe à la turgescence. Il est vrai qu'une forte dilatation des vaisseaux des corps caverneux peut distendre l'albuginée, et les cloisons et faisceaux fibreux, comme le pense M. Legros, et dériver de cette tension la rigidité; mais chez le cochon d'Inde, le lapin, le chameau, sur lesquels les faisceaux composés de tissus fibreux surabondants et les aréoles sont très-rares, et cette tension ne pourrait se produire, la turgescence en effet est très-bornée dans leur verge en érection.

Ainsi, pour compléter la doctrine du phénomène très-complexe de l'érection de la verge, l'auteur ajoute un autre élément dont M. Rouget a aussi donné une idée, la *contraction des fibres musculaires des trabécules* déterminée par la dilatation active des vaisseaux ; cette traction trabéculaire sur les aréoles distendues par le sang qui est incompressible, est toujours transmise à l'albuginée par les cloisons fibreuses, le tissu élastique et unitif des trabécules qui, par leur structure, la distension qu'elles éprouvent après la dilatation vasculaire, se prêtent fort bien à causer la rigidité comme résultat final de la contraction musculaire. Une fois qu'a diminué l'excitation physiologique qui avait déterminé la dilatation active des vaisseaux et amené l'afflux, l'élasticité de l'albuginée et des faisceaux tendineux internes, aidée par la contraction des fibres musculaires des trabécules, concourt à vider

les corps caverneux du sang, ainsi que la contraction des faisceaux musculaires longitudinaux du tissu spongieux de l'urèthre et du gland concourt à vider les sinus énormément dilatés (voy. pl. 10, fig. 3, *b*, *b*, du mémoire original).

L'auteur prouve indirectement cette dernière proposition en constatant le défaut de faisceaux musculaires longitudinaux dans le gland volumineux du chien, chez lequel la tuméfaction dure très-longtemps, et il la prouve directement par les nombreux faisceaux musculaires parallèles à l'axe de la verge chez le cheval, dont la copulation et la tuméfaction est fort courte.

L'état de plénitude ou de vacuité des aréoles du corps caverneux, quand les fibres musculaires des trabécules se contractent, explique clairement et simplement le fait en apparence contradictoire signalé par M. Rouget, c'est-à-dire qu'une cause unique, la contraction de fibres musculaires du corps caverneux, peut donner lieu à deux effets opposés, rigidité et allongement si les sinus sont gorgés de sang, raccourcissement et diminution de volume, si les sinus sont vidés du sang comme cela arrive par l'action du froid et de l'électricité.

Pendant l'érection, la contraction des fibres musculaires des trabécules, devant être déterminée par la dilatation active des artères et des sinus comme l'entend Schiff, il est nécessaire que cette dilatation soit très-considérable pour qu'il en résulte l'érection parfaite qui se produit avec la rigidité. Or, cette forte dilatation vasculaire, bien plus grande que celle qui peut avoir lieu dans les autres parties du système sanguifère, resterait un fait très-obscur et difficile à comprendre, si, à part la configuration de sinus veineux que prennent les capillaires des corps caverneux, il n'y avait pas dans la structure des artères, par lesquelles doit d'abord commencer la dilatation active, une raison suffisante pour une dilatation extraordinaire. Voilà le point où le fait important découvert par M. Ercolani de nombreux replis de la paroi interne des artères de la verge, reçoit sa vraie application physiologique à l'érection. En développant et distendant les nombreux festons de la paroi interne des artères plus ou moins complétement, ces vaisseaux peuvent atteindre une dilatation extrême qui n'est

pas permise aux autres artères du corps. De cette façon reste clairement démontrée la raison mécanique de l'afflux extraordinaire du sang à la verge pendant l'érection, afin de déterminer, par la dilatation des aréoles et la distension passive de l'albuginée, la contraction des fibres musculaires trabéculaires, dont résulte la rigidité, et l'érection devient complète.

§ 6. — Sur les actions nerveuses ayant rapport à l'érection.

Enfin il reste un problème à résoudre : quel est le mécanisme par lequel l'excitation nerveuse, reconnue par Eckhard et par Schiff, et qui est le premier moteur de l'érection, en agissant sur les fibres musculaires de la tunique moyenne des vaisseaux, arrive à produire la dilatation de leur diamètre, plutôt que la constriction ? Ni M. Schiff, ni M. Ercolani ne poussent loin cette question : il reste donc un *quid ignotum* pour comprendre en entier tout le procédé de l'érection. Je demande pardon au lecteur si j'ose aborder et chercher pour mon compte à résoudre ce dernier problème, après quoi tout le mécanisme de l'érection reste parfaitement éclairci (Luciani).

Si l'on regarde la tunique moyenne d'une artère comme un anneau musculaire composé de fibres circulaires avec leur convexité tournée vers la paroi externe du vaisseau et leur concavité du côté du canal de ce même vaisseau, on comprend aisément qu'une excitation nerveuse, en déterminant la contraction des éléments musculaires dans le sens de leur longueur, doit produire une constriction de l'anneau musculaire et une constriction consécutive du vaisseau.

Ainsi, une fois admise cette disposition anatomique des fibres musculaires et cette forme de contraction, il ne nous est pas possible d'expliquer la dilatation du vaisseau. Or, ne serait-il pas permis d'admettre dans ce cas une forme de contraction des fibres musculaires lisses, différente de celle jusqu'ici reconnue et qui consisterait dans un raccourcissement, non pas selon la longueur de la fibre, mais en une contraction dans le sens transversal, parce qu'il en résulterait un allongement actif des éléments

contractiles, et en conséquence une dilatation de la lumière du vaisseau? La physiologie comparée nous rappelle des faits d'analogie qui donnent un certain appui et une certaine valeur à cette forme nouvelle de contraction. Les mouvements des amibes, existant même dans les leucocytes, et les cellules du pus (mouvements amiboïdes) par lesquels ces organismes très-simples émettent des prolongements et modifient dans tous les sens leur forme, ne sont peut-être que l'effet d'une contraction active tout à fait opposée à celle qui est propre aux fibres musculaires lisses ou striées? Cependant avant d'admettre un fait ou une idée nouvelle dans la science, la logique veut que la nécessité en soit reconnue, et que dans le cas actuel, nous ne puissions pas, en nous servant de la forme connue de la contraction musculaire, trouver les conditions nécessaires d'une dilatation vasculaire active à la suite d'une excitation des nerfs vaso-moteurs. Or il me semble que cette condition capable de nous donner raison du phénomène qui nous occupe, existe précisément dans la disposition anatomique découverte par M. Ercolani dans les artères de la verge. Dans la tunique musculaire de ces artères on peut distinguer deux couches, une externe, plus épaisse et formée par des fibres musculaires circulaires avec leur convexité tournée vers la membrane externe et leur concavité du côté de la tunique interne du vaisseau comme dans les artères ordinaires; et l'autre couche moins épaisse est intérieure; elle suit les inflexions ou replis de la membrane interne des artères; elle est représentée par des fibres musculaires qui ont leur convexité tournée vers l'axe du vaisseau et leur concavité vers la paroi externe de l'artère. Il est clair que la contraction musculaire ordinaire de ces deux couches doit produire des effets diamétralement opposés : en contractant les fibres musculaires de la couche extérieure, on aura une constriction ou spasme vasculaire; au contraire, en contractant les fibres de la couche plus interne qui se trouve dans les replis, se développeront plus ou moins complétement ces replis, et l'on aura conséquemment une dilatation du vaisseau. La raison mécanique de ce fait réside en ce que les fibres musculaires curvilignes qui ont leurs extrêmes fixes doivent en se contractant naturellement se rendre plus ou moins

rectilignes. Mais pour qu'on ait les deux effets antagonistes il est nécessaire que la contraction se produise isolément dans chaque couche musculaire, et que l'une des deux se laisse distendre d'une manière passive par distension. En effet, si avec la contraction de la couche interne se produisait en même temps la contraction de la couche externe qui, étant plus épaisse et considérable, détruirait l'effet de la première, la dilatation du vaisseau serait impossible.

Enfin, pour expliquer la contraction isolée et autonome de chacune des couches musculaires en lesquelles peut physiologiquement se diviser la couche moyenne des artères de la verge, il suffit de penser qu'à chaque couche corresponde un système distinct de nerfs vaso-moteurs.

M. le professeur Vella, auquel j'ai communiqué ces idées et que lui aussi partage, rappelle, pour confirmer la doctrine de deux ordres distincts de nerfs vaso-moteurs, le fait si important découvert par M. Bernard qui touche à la double influence nerveuse sur le système vasculaire de la glande sous-maxillaire (1).

A cette glande en effet arrivent des nerfs d'origine différente : la corde du tympan et quelques filets carotidiens du sympathique. La galvanisation des rameaux sympathiques n'est point douloureuse, et ralentit notablement l'écoulement du sang dans les veines qui sortent de la glande, jusqu'à l'arrêter complétement, phénomène qui doit être attribué au spasme des vaisseaux.

La galvanisation, au contraire, de la corde du tympan est douloureuse, détermine une dilatation artérielle active et accélère notablement le cours du sang, qui sort alors de la veine de la glande en plus grande abondance, jusqu'à causer des petites pulsations veineuses; et en même temps le sang devient rutilant comme le sang artériel, et la sécrétion salivaire est augmentée. Ce fait frappant nous aide beaucoup dans l'interprétation du phénomène et enlève le caractère d'une simple supposition gratuite à l'idée d'admettre deux ordres distincts de nerfs vaso-moteurs, l'un

(1) *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme.* Paris, 1859, p. 285.

destiné à la constriction, l'autre à la dilatation des vaisseaux. Enfin, pour éclairer la manière avec laquelle dans l'érection un ordre de nerfs peut prévaloir sur l'autre, M. Vella établit que l'érection de la verge commence par une excitation du centre nerveux de la vie animale, qui se propage aux nerfs rachidiens, et suspend ou arrête l'action des nerfs ganglionnaires de la vie végétative, d'où la dilatation active des artères de la verge (1).

En présence de ces faits et de leur interprétation, il me paraît que la question de la dilatation active des vaisseaux de la verge, reçoit tous les éléments d'une solution sinon absolue, du moins raisonnable, et que sous ce point de vue le difficile problème physiologique de l'érection être regardé comme parfaitement résolu.

(1) Voyez aussi M. le professeur Ercolani, *Delle glandole otricolari dell'utero e dell'organo glandulare di nuova formazione che nella gravidanza si sviluppa nell'utero delle femmine dei mammiferi e nella specie humana.* Memoria del professor G. Ercolani. Bologna, 1868, in-4° de 77 pages et 10 planches gravées, grand in-4° (Extrait de la 2e série des *Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, t. VII, résumé par l'auteur dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; Paris, 1868, in-8°, p. 501). Ouvrage couronné par l'Académie des sciences (prix Godard). *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 1869; in-4°, t. LXVIII, p. 1393.

RECHERCHES

SUR LES CORPUSCULES DE PACINI

Par M. le Dr M. GRANDRY.

L'histoire des corpuscules de Vater et de Pacini semblait être complète, lorsque, dans ces derniers temps, Leydig signala l'existence d'une structure nouvelle dans les corpuscules qu'on rencontre dans le bec de la bécasse.

Pour Leydig, les corpuscules de Pacini se composent d'un certain nombre de capsules conjonctives emboîtées les unes dans les autres, les plus internes adhérant plus fortement entre elles que celles qui sont extérieures. Au centre se trouve un cordon-cylindre d'une structure homogène et granuleuse, dont l'axe est occupé par un canal très-fin. Ce cordon paraît être la terminaison épaissie d'une fibre nerveuse qui aurait pénétré dans le corpuscule de Pacini. Après avoir perdu ses doubles contours, c'est-à-dire sa gaîne médullaire, cette fibre se serait épanouie dans le cordon central du corpuscule en cylindre. Les corpuscules de Pacini des oiseaux présenteraient le même type, et ne différeraient de ceux des mammifères que par des points secondaires.

Pour Kölliker et d'autres auteurs, le cordon central que Leydig considère comme de nature nerveuse, serait de la substance conjonctive, et le canal central de Leydig serait la terminaison de la fibre.

Dans ces derniers temps, Leydig a décrit une autre structure dans les corpuscules de Pacini et dans ceux du bec de la bécasse. Le cordon central ne serait pas homogène, granuleux, mais contiendrait dans son intérieur des corps particuliers, et présenterait une striation particulière.

Les corps particuliers sont des particules quadrangulaires toutes de même volume, non contiguës, mais séparées régulièrement

les unes des autres par de la matière granuleuse et présentant une disposition caractéristique.

On les trouve réunies sous forme de deux séries linéaires parallèles à l'axe de cordon central ; ils sont plus éloignés du centre du cordon que de l'enveloppe conjonctive, quoique, cependant, ils ne touchent point à celle-ci ; ils en sont séparés par un intervalle nettement visible et formé par de la substance granuleuse analogue à celle qui constitue le reste du cordon central.

Outre ces corps particuliers, Leydig décrit deux ordres de stries sur le cordon central. Un premier ordre est formé de stries transversales qui réunissent les corps particuliers d'un côté à l'autre. L'autre ordre de stries est oblique de façon que les stries partent du centre et se dirigent obliquement en dehors vers la partie supérieure du corpuscule. Le canal ne serait visible dans une partie du cylindre central que près de l'entrée de la fibre et non dans son étendue. Quant à la signification histologique des corps particuliers et des stries, Leydig cherche à les comparer aux bâtonnets que M. Schultze a décrits dans les yeux des arthropodes.

Les moyens employés par Leydig pour étudier les corpuscules de Pacini sont l'acide acétique et la glycérine. Mes recherches ont été faites sur les corpuscules de Pacini des becs de canard et de l'oie et sur ceux du mésentère du chat avec les mêmes moyens que Leydig, plus l'acide hyperosmique et le chlorure d'or.

CORPUSCULES DE PACINI DU CANARD ET DE L'OIE.

Les corpuscules de Pacini qu'on rencontre dans la peau du bec du canard et de l'oie, quoique formés d'après le type ordinaire des corpuscules qu'on rencontre chez les autres oiseaux, en diffèrent cependant par la structure du bulbe central et se rapprochent de ceux décrits par Leydig chez la bécasse.

Ils sont formés d'une enveloppe conjonctive et d'un bulbe central. L'enveloppe conjonctive se compose de deux parties nettement distinctes ; une, externe, formée de capsules concentriques, et l'autre, interne, formée par de tissu conjonctif à fibres fines entrecroisées dans tous les sens, mais dont les parties les plus

internes semblent cependant former des couches concentriques au bulbe central, au moins après addition d'acide acétique. La partie interne de l'enveloppe est assez colorée pour empêcher l'examen des corpuscules si l'on n'emploie pas l'acide acétique.

Relativement à la structure du bulbe central, on doit distinguer deux espèces de corpuscules de Pacini : une première, ressemblant tout à fait aux corpuscules observés chez les oiseaux ; une seconde, présentant beaucoup d'analogie avec ceux que Leydig vient de décrire.

Comme chez la bécasse, on rencontre chez le canard, dans le bulbe central des corps arrondis et quadrangulaires placés sur deux séries aux côtés de la fibre centrale (canal central de Leydig), régulièrement espacés les uns des autres et séparés par de la matière finement granuleuse, et n'ayant aucun rapport avec l'enveloppe dont ils sont assez distants et séparés d'elle par la même substance qui les isole les uns des autres.

Ces corps offrent dans leur intérieur un point plus opaque, qu'on peut considérer comme noyau ou nucléole, suivant qu'on veut les interpréter comme cellule ou noyau.

La fibre centrale des corpuscules de Pacini du canard ou de l'oie se montre tout à fait semblable à celle des corpuscules des autres oiseaux ; on trouve cependant chez ces animaux l'extrémité terminale de la fibre très-volumineuse et plus granuleuse que celle qu'on rencontre par exemple dans les corpuscules de Pacini pris sur le pigeon dans l'espace situé entre le tibia et la fibula. Je n'ai pas rencontré de corpuscules dans lequel la fibre se bifurquât près de son extrémité terminale, comme chez le chat ; j'ai cependant observé la division de la fibre un peu après son entrée dans le bulbe central, et alors on voyait dans un même corpuscule deux bulbes centraux réunis par une extrémité.

Tous les caractères que je viens d'indiquer se voient très-facilement par l'action seule de l'acide acétique faible, mais le tout devient bien plus net si l'on fait la préparation en employant l'acide chromique faible. Les corpuscules de la bécasse, outre les corps particuliers, présentent des stries ; il m'a été impossible d'en trouver sur ceux du canard et de l'oie.

Le chlorure d'or a aussi une action remarquable sur ces corpuscules. Si l'on place la peau du bec du canard ou de l'oie dans une solution de chlorure d'or à 1 pour 100 pendant vingt-quatre heures, on voit, lorsque l'action a été complète, la totalité du bulbe fortement colorée, et se continuant avec la fibre de telle façon, que celle-ci semble se terminer par un renflement qui n'est autre chose que le bulbe entier. Cette réaction semblerait plaider en faveur de l'opinion de Leydig, qui considère le bulbe entier comme terminaison du nerf ; mais le degré de réaction moins complet, et surtout l'acide hyperosmique, montre d'une façon tout à fait évidente que la fibre se continue à travers tout le bulbe central et que, du moins, la partie périphérique de celui-ci n'a pas la même composition que le centre, et que ce que Leydig considère comme canal est la continuation immédiate du cylindre de l'axe de la fibre qui entre dans le corpuscule. Si le chlorure d'or a agi incomplétement, on voit que le centre est d'abord attaqué, puis le sommet ; très-souvent même le tout est attaqué et la fibre est plus marquée au centre.

Quant aux corpuscules de Leydig, ils se colorent uniformément comme le reste du bulbe central, et dans le cas de réaction complète, il est impossible d'en retrouver des traces.

Le chlorure d'or, qui n'attaque pas l'enveloppe, et au contraire colore le bulbe central entier, tend à montrer que le tissu qui entoure la fibre se rapproche plus de la substance nerveuse par ses caractères que du tissu conjonctif.

L'acide hyperosmique montre le mieux la fibre centrale et le renflement granuleux terminal ; cependant il colore aussi mais moins le reste du bulbe central. Par ce réactif, on aperçoit quelquefois la fibre centrale se terminant par un petit renflement au milieu du renflement terminal ordinaire.

A côté des corpuscules de Pacini on trouve dans le bec du canard et de l'oie une autre forme de terminaison nerveuse, sur la structure desquels je ne suis pas encore tout à fait fixé, surtout au point de vue de la terminaison du nerf. Je crois inutile de les décrire, et je renvoie aux planches qui, mieux qu'une description, donnent une idée exacte de leur forme, etc.

CORPUSCULES DE PACINI DU CHAT.

Des recherches antérieures ont déjà établi d'une façon presque complète la structure des corpuscules de Pacini du chat; je n'ai à parler que de l'action de certains réactifs qui m'ont permis de découvrir quelques détails non décrits jusqu'ici sur le trajet de la fibre nerveuse dans le bulbe central et sur son mode de terminaison. Les réactifs employés ont été l'iodsérum et l'acide hyperosmique.

Si l'on place dans la solution d'acide hyperosmique au 400me, pendant quelques heures, le mésentère du chat, on observe les particularités suivantes :

La fibre nerveuse destinée au corpuscule se colore fortement en noir jusque dans son entrée dans le bulbe central, et à ce moment la coloration diminue brusquement et montre que la gaîne médullaire ne se continue pas sur la fibre dans l'intérieur du bulbe.

La fibre entrée se colore modérément en brun et se montre située longitudinalement.

La partie renflée et granuleuse qu'on considère comme terminaison du nerf, offre une structure particulière. La fibre nerveuse, en arrivant à ce point, se divise en un grand nombre de fibrilles qui se terminent dans une masse granuleuse arrondie, et il est impossible de les suivre plus loin que la moitié de la hauteur de cette masse; on voit très-bien les extrémités des fibrilles qui cessent brusquement au milieu des granulations et à peu près toutes au même niveau, de telle façon que l'organe terminal de la fibre se montre formé, dans sa moitié inférieur, par des fibrilles et de la matière granuleuse, et dans sa moitié supérieure, par une masse formée de substance granuleuse, tranchant d'une façon très-nette avec la substance qui constitue le reste du bulbe central.

J'ai cherché à déterminer si les fibrilles s'épanouissaient en divergeant pour embrasser une masse granuleuse ronde ou si elles pénétraient dans son intérieur, mais il est impossible de me prononcer à cet égard. Peut-être est-ce ici le même mode de terminaison d'une fibre à son extrémité périphérique que celui que

M. Schultze vient de décrire comme terminaison des fibres nerveuses à leur bout central dans les cellules nerveuses.

Par l'iodsérum on peut voir sur des pièces complétement fraîches la même structure du renflement terminal que celle que dénote l'action de l'acide hyperosmique.

Les recherches dont les résultats sont exposés dans ce travail ont été faites dans le laboratoire de M. Schulze, et je remercie ici ce savant distingué de la bienveillance qu'il m'a montrée en me guidant dans mes investigations.

RECHERCHES
SUR LA
TERMINAISON DES NERFS CUTANÉS
CHEZ L'HOMME

Par M. le Dr M. GRANDRY.

PLANCHE XV.

Il ne sera question dans ce travail que du mode de terminaison des nerfs dans les corpuscules de Meissner; quant aux modes de terminaison indiqués par Langerhaus et à celui dans les poils tactiles indiqué par Odenius, il en sera question dans un prochain travail.

L'histoire des corpuscules de Meissner est débattue depuis nombre d'années, et les différents observateurs ne s'accordent nullement sur la structure intime de cet organe nerveux terminal et surtout sur le mode de terminaison de la fibre elle-même.

La question bibliographique ayant été très-bien traitée dans le travail de M. Rouget (1), il n'est pas nécessaire d'y revenir ici. Je ne m'occuperai que de l'extrémité terminale du nerf et des rapports de celui-ci avec l'enveloppe du corpuscule.

(1) *Archives de physiologie normale et pathologique*, publiées par MM. Brown-Séquard, etc. N° 5, 1868.

Avant de décrire le résultat de mes observations, je donnerai le procédé suivi : Des morceaux de peau des doigts venant d'un bras amputé à la suite de tumeur blanche du coude, furent placés dans divers réactifs : acide acétique, bichromate potassique, chlorure d'or, acide hyperosmique, et c'est en me servant de ces réactifs que j'ai obtenu les résultats que je vais décrire; la solution de bichromate potassique ou la solution de Müller m'ont le mieux réussi pour voir la terminaison ; quant au trajet du nerf lui-même, l'acide hyperosmique doit être employé de préférence.

Plusieurs points sont à considérer dans l'étude des corpuscules de Meissner : 1° l'enveloppe ; 2° le bulbe central ; 3° le trajet de la fibre ; 4° son mode de terminaison.

L'enveloppe est formée de tissu conjonctif condensé, comme l'admet Kölliker, et je crois avec cet observateur que les noyaux transversaux qu'on voit à la surface, surtout avec l'action de l'acide acétique, appartiennent au tissu conjonctif ; dans aucun cas je n'ai pu retrouver la disposition en spire de la fibre réduite à l'état de cylindre-axe. Quant au bulbe central, je le crois tout à fait analogue à celui des corpuscules de Pacini, et pour cela je renvoie à ce que j'ai dit de la réaction du chlorure d'or à propos de ces corpuscules. Cependant il y a un fait sur lequel je veux appeler l'attention de suite : c'est l'existence de ce bulbe central d'éléments figurés dans son intérieur, fait nié par quelques observateurs.

Le trajet de la fibre à moelle est exactement ce que décrivent la plupart des observateurs, c'est-à-dire qu'elle s'enroule en spirale à tours larges autour du corpuscule et arrive ainsi jusqu'au sommet du corpuscule en restant dans l'enveloppe sans pénétrer dans le bulbe central. La fibre à moelle chemine-t-elle toujours à l'extérieur du bulbe central? C'est ce que je ne crois pas, car j'ai vu nettement par l'acide osmique la fibre complétement à l'intérieur de l'enveloppe, et la solution de Müller me l'a également montrée pénétrant dans le bulbe central encore pourvu de moelle. Quant au mode de terminaison, il existe à ce sujet beaucoup d'opinions. Rouget dit que la fibre se termine dans la masse centrale en se continuant avec elle de telle

façon qu'on peut considérer le bulbe central comme étant la fibre renflée, et, pour cet auteur, les éléments figurés seraient analogues à ceux qu'on rencontre dans les plaques terminales des muscles. Quant à moi, j'ai trouvé que le nerf ne se termine pas en se continuant avec la masse centrale, mais bien avec les éléments figurés qu'on trouve dans son intérieur, et cela rappelle tout à fait les renflements terminaux des corpuscules de Pacini. Voici du reste ce que j'ai observé sur des coupes transversales des corpuscules de Meissner de la pulpe des doigts, traités par la solution de Müller. On voit à l'intérieur des corps plus ou moins sphériques, granuleux, variant de $0^{mm},008$ à $0^{mm},01$, qui semblent souvent isolés et n'avoir aucun rapport avec une fibre ou l'enveloppe, et sont situés le plus souvent à proximité de l'axe vertical du corpuscule. Un examen attentif et de bonnes préparations permettent de distinguer, outre les corps sphériques, des fibres excessivement pâles situées sur différents plans, ne s'anastomosant pas entre elles, partant de l'enveloppe, et ne se perdant pas dans la substance granuleuse, mais se continuant avec les corps figurés granuleux, de sorte que ceux-ci paraissent pédiculés. Un fait assez digne de remarque, c'est que les fibres partant de l'enveloppe ne vont pas directement aux corps granuleux, mais décrivent des sinuosités plus ou moins grandes avant d'y arriver. J'ai vu la fibre nerveuse à double contour pénétrer dans l'intérieur, se réduire à l'état de cylindr-eaxe et se continuer avec les corps granuleux.

Une question peut se poser ici : la fibre se termine-t-elle en pénicille de fibres plus minces réduites à l'état de cylindre de l'axe où la fibre en décrivant des spires autour du corpuscule envoie-t-elle des branches latérales qui vont se terminer dans le bulbe central? C'est ce que je ne pourrais décider actuellement ; je crois cependant qu'il y a des fibres latérales envoyées par la fibre principale, mais je ne suis pas éloigné de croire qu'à sa terminaison, la fibre à moelle se divise en plusieurs branches. J'ai vu des fibres partant des parties latérales et se terminer dans la masse centrale par un renflement granuleux.

Tout ce que j'ai dit à propos d'une seule fibre est appliquable

aux corpuscules qui en reçoivent plusieurs : chacune d'elles donne des branches qui vont se terminer par une extrémité renflée dans le bulbe central.

Si l'on compare à présent la structure des corpuscules de Pacini et celles des corpuscules de Meissner, on voit que, dans le corpuscule de Meissner, la terminaison du nerf n'a rien de différent avec celle des corpuscules de Pacini ; que dans les deux cas, la fibre se termine par une extrémité renflée ; la seule différence est que dans les corpuscules de la peau, la fibre donne un plus grand nombre d'extrémités terminales, quoiqu'on puisse en trouver trois dans les corpuscules de Pacini. Je n'ai pas pu déterminer si le cylindre de l'axe se comportait dans les corpuscules de Meissner comme dans ceux de Pacini, c'est-à-dire s'il se divisait en fibrilles en arrivant au renflement terminal.

Mes recherches ont été faites dans le laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Paris, sous la direction de M. le professeur Robin, auquel je dois témoigner ici toute ma reconnaissance pour les excellents conseils qu'il m'a donnés en toutes circonstances.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV.

Fig. 1. Corpuscule de Meissner où l'on voit une seule extrémité terminale de la fibre nerveuse avec son renflement. Deux corps granuleux sans prolongements.

Fig. 2. Corpuscule de Meissner vu en faisant varier les plans pour montrer l'existence d'un nombre plus ou moins grand de terminaison.

Fig. 3. Extrémité terminale du nerf dans le corpuscule de Pacini du chat.

Fig. 4. Entrée du nerf dans le bulbe central.

Fig. 5. Corpuscules de Pacini du bec du canard.

Fig. 6, 7, 8. Bulbe central, traité par l'acide hyperosmique.

Fig. 9, *a*, *b*, *c*. Le même traité par le chlorure d'or.

Fig. 10. Corpuscules nerveux terminaux se trouvant à côté des corpuscules de Pacini dans le bec du canard et de l'oie.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES
SUR LES PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES
DE LA MOELLE DES OS

PRÉSENTÉES A L'ACADÉMIE DES SCIENCES LE 1er JUIN 1868

Par M. le docteur E. GOUJON.

PLANCHES XIII ET XIV.

§ 1er. — Extrait du rapport sur les travaux adressés au concours pour le prix de physiologie expérimentale.

« Parmi les pièces du concours, la commission a remarqué un travail intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés de la moelle des os*, par M. Goujon.

» M. Goujon a extrait des fragments de moelle de l'un des fémurs d'un lapin et les a transplantés soit sous la peau, soit dans une incision saignante faite à un muscle du même animal.

» Il a également pris plusieurs petits cylindres de moelle sur des cubitus et des radius de poulet, et les a insérés dans les muscles pectoraux d'autres poulets.

» Dans les deux cas, les fragments de moelle ainsi transplantés en des milieux riches en vaisseaux, se sont greffés avec les tissus environnants et ont donné naissance à des productions osseuses.

» Par ces expériences, M. Goujon a démontré d'une manière incontestable que la moelle osseuse peut se greffer et possède, comme le périoste, la propriété de reproduire les os. Il confirme ainsi l'opinion, déjà accréditée, qu'elle joue un rôle actif dans la formation du cal.

» La commission propose à l'Académie d'accorder à l'auteur de ces expériences, si bien conduites, un encouragement de *cinq cents francs.* » (Commissaires pour le concours de 1868 : MM. Cl. Bernard, Milne Edwards, Longet, Brongniart et Coste, rapporteur. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* Paris, in-4°, t. LXVIII. Séance du 14 juin 1869.)

§ 2. — Exposé des faits.

A la fin de l'année 1865, j'ai montré à l'une des séances de la Société de biologie une production osseuse obtenue en transplantant au milieu des muscles de la cuisse d'un lapin un petit cylindre de moelle osseuse jeune.

Contrairement à ce qui était généralement admis, je fus convaincu qu'il était possible d'obtenir de l'os en isolant de la moelle osseuse, comme on en obtenait en isolant le périoste. Pour mettre la démonstration de ce fait important hors de toutes contestations, je fis de nouvelles expériences d'après la méthode des transplantations, qui déjà, entre les mains habiles de MM. Ollier et P. Bert, a fourni à la physiologie les résultats si surprenants et si utiles pour la solution de certains problèmes, et par suite, et comme conséquence de ces premières découvertes, les merveilleuses applications qui en ont été faites, ces dernières années, à la pratique de la chirurgie.

J'ai tenté un grand nombre de fois la transplantation ou greffe de la moelle des os, qu'il est du reste assez facile d'obtenir; mais je n'ai obtenu manifestement de l'os ayant pour origine de la moelle greffée que six fois sur une trentaine de greffe environ que j'ai faites. J'ai constaté souvent que la moelle s'était greffée, mais qu'elle était devenue graisseuse. D'autres fois elle avait complétement disparu, sans que les animaux eussent eu des abcès dans les points où l'insertion avait eu lieu. Bien que, dans l'une des expériences que je rapporte, la production osseuse obtenue fût parfaitement évidente trois mois après la greffe de la moelle, j'ai cru remarquer d'autres fois qu'il était important de ne pas attendre trop longtemps avant d'examiner le produit de la greffe, parce que les productions osseuses ainsi obtenues finissaient elles-mêmes par être résorbées de même que la moelle.

L'insuccès de M. Ollier, qui a tenté la greffe de la moelle des os sans résultats positifs, tient peut-être à cette circonstance que les animaux étaient examinés trop longtemps après la greffe.

Il est important de noter que l'on a beaucoup plus de chances

d'obtenir la greffe de la moelle, et par conséquent de l'os, lorsque la moelle provient d'un animal jeune et qu'elle a été transplantée dans une partie très-vasculaire, au milieu d'un muscle par exemple. On voit de suite combien ces faits sont contraires à ce qui paraissait généralement admis : que la moelle transplantée à la façon du périoste ne donne jamais de l'os, tandis que ce dernier s'ossifie très-facilement. Il est certain que la moelle greffée ne s'ossifie pas aussi fréquemment que le périoste ; c'est un tissu plus délicat, susceptible de s'altérer et d'être résorbé plus facilement que le périoste, d'une texture et d'une solidité toutes différentes : on comprend très-bien que des choses aussi dissemblables ne donnent pas toujours les mêmes résultats. Du reste l'ossification du périoste n'est pas une chose constante, et il arrive fréquemment qu'il disparaît aussi ou reste fibreux. Bien résolu à n'émettre aucune considération théorique sur la formation régulière des os, et à rapporter ici simplement les quelques expériences que j'ai faites et les résultats positifs qu'elles m'ont donnés, parce que je crois que ce n'est point à cet ordre d'expériences qu'il faut avoir recours pour l'édification d'une théorie de l'ossification régulière, les productions osseuses obtenues par le périoste, la moelle, les tendons des oiseaux, etc., n'étant jamais que des productions accidentelles. Je ne puis m'empêcher cependant de faire remarquer qu'il n'est plus possible de doter le périoste, comme on l'a fait, de la propriété exclusive de faire de l'os en s'appuyant sur les expériences qui ont été faites par transplantation de cette membrane; l'ossification de la moelle transplantée prouve clairement que le périoste n'est pas la source unique du blastème ossifique ; qu'il ne participe pas seul à l'accroissement des os en épaisseur, et qu'à défaut de périoste la moelle le remplace. On voit cela fréquemment dans la formation du cal, qui n'est, en somme, qu'un des modes naturels de l'ossification.

On voit aussi très-bien le rôle important que doit jouer la moelle, pour la formation des os, si l'on cherche à obtenir une réparation osseuse sur les os pneumatiques des oiseaux, os qui ne possède pas de moelle, comme on le sait, à l'état adulte.

En fracturant l'un de ces os et en lui faisant une perte de sub-

tance, on voit très-rapidement réapparaître de la moelle rouge dans cet os qui n'en contenait plus. Cette reproduction de moelle se montre le plus souvent au voisinage seulement de la fracture, et interposée aux différents éléments qui forment le cal. On en trouve quelquefois dans des endroits assez éloignés du point fracturé. Il est très-facile de faire réapparaître la moelle dans les os pneumatiques en irritant, par un moyen mécanique quelconque, la face interne du canal osseux. J'ai constaté plusieurs fois l'exactitude de ce dernier fait, rapporté déjà dans l'ouvrage de M. Ollier sur la régénération des os, et l'on trouvera plus loin le detail d'expériences et des dessins relatifs à ce fait important. J'ai également figuré des réparations osseuses obtenues après l'ablation du périoste. On sait du reste très-bien aujourd'hui que, chez les jeunes animaux, les os se régénèrent alors même qu'on a enlevé le périoste.

On peut encore se faire une idée du rôle important que doit jouer la moelle dans l'ossification en déterminant, comparativement à d'autres tissus, la quantité de sels calcaires qu'on en retire par l'incinération. Il faut pour cela prendre la moelle jeune et autant que possible dans les os qui n'ont pas atteint leur complet développement. Il semblerait d'après cela, comme on l'a déjà dit sans en donner des preuves, que les cellules de la moelle ont pour fonction d'extraire du sang les différents sels qui doivent servir à la formation de l'os.

J'ai fait plusieurs fois l'expérience que je rapporte ici : 40 grammes de moelle extraite des os d'un jeune veau donnent à l'incinération 1 gramme 12 centigrammes de résidu salin ; la même quantité de chair musculaire, prise sur le même animal, ne donne que 86 centigrammes de résidu. Dans le premier cas, la réduction s'obtient facilement, tandis qu'il faut beaucoup plus longtemps pour obtenir le produit du muscle. L'analyse chimique de ces différents produits n'a pas été faite.

§ 3. — **Expériences.**

I. — *Transplantation et greffe de la moelle provenant du*

fémur d'un jeune lapin ; production osseuse (1). — Le 10 mars 1865, je resèque à deux jeunes lapins (de trois mois à trois mois et demi environ) trois centimètres de la diaphyse du fémur, dans le but d'étudier les productions nouvelles qui se forment à chaque extrémité de l'os reséqué.

Comme on le sait, le canal osseux chez ces jeunes animaux est parfaitement uni et ne présente aucune aspérité ou lamelles osseuses, que l'on rencontre ordinairement dans le canal osseux d'autres animaux, les carnassiers en particulier. Aussi, après avoir brisé la portion d'os enlevée, on a un petit cylindre de moelle parfaitement homogène, rouge et très-vasculaire, et offrant assez de résistance pour que l'on puisse, sans le déformer, le transplanter sous la peau ou au milieu des muscles. Chez l'un des deux lapins, cette portion de moelle ainsi obtenue est immédiatement insérée au milieu des muscles de la cuisse, et chez l'autre, sous la peau du dos : tous deux furent également suturés. Je plaçai également à chacun d'eux un appareil pour maintenir les os que j'avais ainsi reséqués ; mais il me fut impossible de faire tenir aucun appareil, et je fus obligé, à l'un, d'amputer complétement la patte qui menaçait de se gangrener ; chez l'autre, la fracture laissée sans appareil ne s'est jamais consolidée. Ils ne se rétablirent pas moins tous les deux, et ne furent sacrifiés que le 5 juillet, trois mois après l'insertion de la moelle. Voici ce qu'ils présentèrent alors :

Chez celui qui avait reçu la moelle dans les muscles, on sent une petite tumeur dure, assez profondément située, résistante et peu mobile, et ne faisant pas saillie sous la peau. Elle ne peut être perçue que par le toucher. En présence de M. le docteur Legros, cette petite tumeur, enlevée immédiatement avec des portions de muscles auxquels elle adhère, se montre constituée de deux parties très-distinctes : l'une, celle qui adhérait aux muscles, est formée de petites lamelles d'os se touchant toutes par un de leurs bords et forment ainsi un petit canal d'un centimètre de long, et dans lequel se trouve encore un peu de moelle osseuse

(1) Cette expérience a déjà été communiquée à la Société de biologie en même temps que la production osseuse obtenue.

rouge, dont on constate les éléments au microscope. L'autre portion de cette petite tumeur, celle qui se trouvait la plus rapprochée de la peau, était formée par de la moelle à l'état graisseux et rappelant assez exactement la moelle des vieillards. L'examen de ces lamelles d'os a été fait au microscope, ce qui peut du reste se faire très-bien sans leur faire subir aucune préparation, car elles sont assez minces pour être transparentes. Elles sont formées d'ostéoplastes très-irrégulièrement disposés et plus petits que sur un os normal. Les canalicules de Havers sont également d'un diamètre moindre.

Chez l'autre lapin, qui avait été opéré en même temps que celui ci-dessus et qui avait reçu le fragment de moelle sous la peau, dans le tissu cellulaire, on ne sent aucune saillie et c'est à peine si l'on retrouve la trace de l'incision qui avait été faite ; la moelle avait été complétement résorbée.

II. — *Transplantation et greffe d'un cylindre de moelle provenant du fémur ; production d'une belle lamelle osseuse.* — Le 11 novembre 1866, chez un jeune lapin de trois à quatre mois, après avoir divisé la peau, j'incise parallèlement à ses fibres un des muscles, et je place dans cette division un petit cylindre de moelle saignante, d'un centimètre et demi de long, que je venais de prendre dans le fémur d'un lapin du même âge qu'on venait de sacrifier pour une autre expérience.

La plaie musculaire et cutanée suturée, l'animal fut bien nourri et placé dans les meilleures conditions possibles ; il y eut un peu de gonflement les deux jours qui suivirent, mais pas de suppuration.

L'autopsie fut faite le 3 janvier suivant, 53 jours après l'insertion de la moelle, et l'on sent dans ce point une dureté profondément située et l'animal accuse de la douleur, si on la presse un peu. Cette dureté se sentait déjà très-bien au bout de vingt à vingt-cinq jours ; on trouve alors une lamelle d'os enroulée en demi-cintre et surmontée sur ses bords de prolongements ou arborisations, et elle est percée de petits trous de différents diamètres. Il ne reste pas trace de moelle, il y a seulement au voisinage de cette portion

osseuse une sorte d'induration déterminée par du tissu fibreux. Cette lamelle osseuse est elle-même recouverte d'une membrane lamineuse très-mince, et qu'on peut facilement enlever avec la pointe d'une aiguille. Les ostéoplastes et les canaux de Havers sont très-évidents.

III. —*Transplantation dans les muscles pectoraux de jeunes poulets de fragments de moelle provenant d'animaux de même espèce.—Greffe de cette moelle, productions osseuses.*— Pendant un séjour d'un mois que j'ai fait à la campagne, j'ai tenté la greffe de la moelle osseuse sur un assez grand nombre d'animaux de basse-cour. Deux fois seulement j'ai obtenu d'une manière évidente de petites productions osseuses. Neuf animaux, poulets ou pigeons, avaient été mis en expérience : je ne rapporte que les deux faits qui ont donné des résultats positifs ; dans les autres cas il y avait eu résorption à peu près complète de la moelle ou passage à l'état graisseux.

Le 6 mars 1867, je sacrifie un jeune poulet et j'extrais immédiatement de ses os de l'avant-bras plusieurs petits cylindres de moelle que j'insère immédiatement dans les muscles de la poitrine de deux autres poulets à peu près du même âge. Leur plaie se réunit par première intention, je fais l'autopsie de l'un d'eux le 29 mars, vingt-trois jours après l'insertion, et je trouve dans ce point une petite lame d'os très-mince, ayant la forme d'une gouttière et aussi longue que le petit cylindre de moelle qu'elle avait pour origine (deux centimètres). Comme pour les autres productions, le microscope ne laisse aucun doute sur la présence des ostéoplastes.

L'autre poulet, sacrifié quatre jours plus tard, vingt-sept jours après l'insertion, montre également dans ce dernier point une production osseuse, mais beaucoup plus petite, très-mince, et qui adhère fortement au muscle. Au-dessus d'elle se retrouve encore une assez grande quantité de moelle devenue complétement graisseuse.

IV. — *Greffe de la moelle osseuse chez un lapin; production*

osseuse.—Le 18 janvier 1867, j'insère chez un lapin adulte deux fragments de moelle, provenant des os d'un autre animal qui venait d'être tué et dont la moelle était encore rouge. Une portion de cette moelle est placée sous la peau du cou et derrière les oreilles; l'autre est placée au milieu des muscles de la cuisse: comme dans les expériences rapportées plus haut, pas de suppuration des deux côtés et réunion par première intention. Le 26 février, l'animal fut sacrifié pour une autre expérience. On constate dans les deux points d'insertion une dureté anormale, assez mobile au cou, mais complétement immobile dans la fesse, et à l'examen fait de suite, on trouve dans ce dernier endroit une arborisation osseuse assez élégante, et entre ces petites branches infléchies et marchant à l'encontre les unes des autres, se trouve encore une assez grande quantité de moelle graisseuse, qui s'écrase facilement sous la moindre pression, et laisse suinter la graisse à peu près liquide.

Cette production osseuse est également perforée de beaucoup de petits orifices, et dans presque toute son étendue elle adhère très-fortement aux parties voisines qui sont les muscles; plusieurs petites branches osseuses se brisent en essayant d'enlever avec des pinces la petite tumeur.

La portion de moelle insérée au cou paraît s'être greffée également, mais n'a pas donné d'os; on la retrouve à peu près entière, seulement elle n'est plus rouge; elle est jaunâtre et le microscope n'y montre plus de médullocelles.

V. — *Greffe de la moelle osseuse chez le lapin; productions osseuses.*— Le 6 février 1868, je greffe sur un jeune lapin la quantité de moelle contenue dans trois centimètres de son radius que je venais de lui reséquer. Cette moelle, également insérée dans la cuisse, a donné un mois après deux petites productions osseuses isolées l'une de l'autre. L'une d'elles a, déroulée, à peu près un centimètre carré et présente plusieurs petits prolongements; l'autre, beaucoup plus petite, se trouve placée à un centimètre de la première, et l'intervalle qui les sépare est rempli par de la moelle graisseuse.

VI. — *Fracture chez deux poulets d'un os privé de moelle (humérus) ; consolidation rapide de cet os ; réapparition de la moelle dans le cal interne et externe.* — Le 18 décembre 1867, à deux poulets adultes, je fracture un des humérus à peu près au milieu de cet os ; après avoir immobilisé l'aile malade en la fixant contre le thorax avec de petites bandes amidonnées, je les replaçai dans une cage, où ils furent bien nourris. Le 16 janvier suivant, vingt-cinq jours après la fracture, je sacrifie un de ces animaux. L'aile est parfaitement consolidée, et l'on sent un cal volumineux ; les muscles voisins adhèrent complétement au périoste très-épais qui entoure ce cal. L'os divisé dans le sens de la longueur, on remarque que le cal externe est beaucoup plus volumineux que l'interne ; que l'un et l'autre sont rouges et fortement injectés. Le canal médullaire au niveau de la fracture est rempli d'un tissu aréolaire imprégné de jeune moelle ; le cal externe qui forme une virole épaisse qui enveloppe de toute part le point fracturé, est également formé de ce même tissu aréolaire, moitié fibreux moitié osseux, dans lequel on trouve également au microscope des cellules de la moelle. Le périoste qui entoure le tout est très-épaissi, et l'on trouve par places de petites portions cartilagineuses à sa face profonde. L'autre poulet, qui avait été mis en expérience en même temps que celui ci-dessus, fut gardé plus longtemps vivant, et, le 15 février, cinquante-quatre jours après la fracture, on ne sentait plus de cal externe, et les muscles de l'aile étaient parfaitement mobiles au voisinage de la fracture. Le canal médullaire était rétabli et il ne restait à la face interne de ce canal, dans le point fracturé, qu'une injection un peu plus grande et quelques médullocelles que l'on trouvait disséminées au travers des capillaires.

VII. — *Fracture d'os privé de moelle et d'os possédant de la moelle; consolidation rapide dans les deux cas.* — Le 15 février 1868, à un pigeon adulte, je fracture d'un côté l'humérus, et à l'aile opposée les deux os de l'avant-bras (radius et cubitus). Je laisse ainsi l'animal dans une cage, sans lui placer de bandage pour maintenir l'immobilité de ses ailes, et, le 4 mars dix-huit

jours après, j'examine les fractures des deux côtés. La consolidation est complète de part et d'autre; le cal externe seulement est beaucoup plus volumineux à l'humérus; il entre dans sa composition une couche de cartilage située au-dessous du périoste, qui est lui-même très-épais et au-dessous duquel on constate la présence de cellules de la moelle, de même que dans le canal médullaire qui est encore complétement oblitéré.

Les deux os fracturés à l'autre aile sont également consolidés, bien qu'il y ait eu déplacement des fragments; une partie du cal est encore cartilagineuse; le périoste est très-épais aussi. Après la fracture il y avait eu un épanchement de sang assez considérable, mais il n'en reste pas de traces.

VIII. — *Irritation du canal médullaire d'un os pneumatique, réapparition de moelle de nouvelle formation dans cet os, qui n'en possédait pas avant l'expérience.*—Le 7 mars 1868, à deux pigeons d'un mois environ, après avoir perforé à chacun d'eux un des humérus, j'irrite l'intérieur du canal médullaire en y introduisant une aiguille dont je promène la pointe dans différents sens sur la paroi de ce canal. Le 13 du même mois, six jours après, j'examine les deux os et je constate qu'il s'est produit de la moelle dans ces os, et cela surtout dans les points les plus fortement irrités. Les éléments anatomiques de cette moelle sont disséminés au milieu de fibres lamineuses, de corps fusiformes et de capillaires assez abondants; le tout formant une membrane épaisse qui tapisse l'intérieur de l'os dans une assez grande étendue. Un grand nombre de globules du sang se trouvent mêlés aux médullocelles; mais on distingue facilement ces éléments divers: d'abord par la forme des globules sanguins chez les oiseaux, et l'action de l'acide acétique qui laisse intactes les cellules de la moelle, tandis qu'il ne laisse que le noyau des globules du sang.

Chez chacun de ces deux pigeons, l'humérus du côté opposé et sur lequel on n'avait pas agi, ne contenait pas trace de moelle. Cette expérience est bien propre à montrer l'existence d'abondants filets nerveux qui rampent à la face interne des os aériens; l'animal, qui ne fait aucun mouvement quand on perfore l'os,

s'agite beaucoup et paraît éprouver une très-grande douleur si l'on promène une pointe d'aiguille sur la face interne de l'os; on constate en effet facilement, dans la membrane mince qui tapisse le canal osseux, la présence de nerfs.

IX. — *Irritation de la moelle graisseuse sur un animal; retour de cette moelle à l'état rouge après l'irritation.* — Le 7 mars 1868, je perfore un des tibias et un des fémurs à un pigeon déjà vieux; après avoir irrité la paroi interne de ces os et dilacéré la moelle qu'ils contiennent, je laisse l'animal au repos pendant six jours et, au bout de ce temps, on constate d'une manière évidente la présence de moelle osseuse de nouvelle formation. Le contraste de coloration est du reste très-marqué avec la moelle des autres parties du canal qui n'ont pas été touchées; les médullocelles sont abondantes dans ces points, tandis qu'elles sont rares dans les endroits où la moelle est à peu près graisseuse complétement.

X. — *Résection de la diaphyse d'un os avec ablation du périoste; reproduction de l'os enlevé.* — Le 19 décembre 1868, sur un jeune poulet de trois mois environ, après avoir fait une incision à la peau, à la partie interne de l'aile et dans la direction du radius, j'écarte avec soin les muscles et les différentes parties qui entourent cet os, en laissant le périoste seulement adhérent à la portion d'os que je me propose d'enlever, et, avec de forts ciseaux, j'enlève trois centimètres et demi de la diaphyse. Je réunis les bords de la plaie par deux points de suture, et l'animal ne paraît pas beaucoup incommodé par son opération, car il se met à manger de suite; le 28 janvier suivant, trente-huit jours après la résection, l'autopsie est faite: rien d'apparent au dehors et pas de déformation de l'aile; les parties moelles sont seulement beaucoup plus condensées dans toute l'étendue où a eu lieu la résection; l'action des muscles ne paraît pas indépendante les uns des autres, car ils sont soudés et le tout adhère fortement à l'os qui se trouve isolé au milieu de cette masse très-vasculaire.

Après la dissection, on voit que de chaque point où a eu lieu la

section part une production osseuse nouvelle, plus volumineuse que l'extrémité de l'os ancien sur lequel elle s'est développée. Ces deux parties de nouvelle formation marchent à l'encontre l'une de l'autre et ne sont plus séparées que par un espace d'un centimètre et demi à peine, qui est rempli par une bride de tissu lamineux dans lequel on trouve des noyaux embryoplastiques. A la périphérie des bouts osseux nouvellement reproduits, et surtout aux deux extrémités qui marchent l'une vers l'autre, on trouve de petites masses cartilagineuses sous le périoste, qui du reste est très-épais dans tout le voisinage.

XI.—*Reproduction complète d'une partie de la diaphyse d'un os qui avait été reséqué en enlevant en même temps le périoste.* — A un jeune pigeon qui commence seulement à manger seul j'enlève, le 2 mars 1868, trois centimètres de la diaphyse du cubitus, en ayant soin de bien enlever en même temps le périoste qui recouvre cette portion d'os. La plaie suturée, il y eut un peu de gonflement de la partie les jours suivants, mais le tout se réunit par première intention, et le 29 du même mois, vingt-sept jours après la résection, l'animal se sert également de ses deux ailes, et l'on sent au travers de la peau qu'il n'y a plus de solution de continuité entre les deux bouts sectionnés, et que la partie d'os enlevée a été remplacée par une autre plus volumineuse avec des nodosités à certains endroits. A la dissection, on voit qu'en effet il s'est développé un petit cylindre osseux, très-irrégulier, et qu'il a eu pour point de départ chacun des deux bouts de l'os ancien, et que l'une de ces extrémités a pris une part beaucoup plus grande que l'autre à son développement (le bout inférieur); tous deux sont considérablement gonflés, et un périoste très-épais et confondu avec les muscles voisins entoure le tout. Il n'existait pas encore de canal médullaire dans cette production osseuse de nouvelle formation,qui était oblitérée par un tissu aréolaire très-serré, moitié osseux, moitié cartilagineux, et dans lequel se rencontraient des médullocelles.

XII. — *Consolidation de fracture après la résection du pé-*

rioste à chaque bout de l'os fracturé. — Un certain nombre de fois, après avoir reséqué le périoste sur une assez grande étendue d'un os long, j'ai fait une fracture à cet os, et, dans ce cas, j'ai toujours vu la consolidation s'opérer, un peu plus tardivement, il est vrai, et avec un cal le plus souvent très-irrégulier, et surtout s'il y avait déplacement des fragments; mais la consolidation n'en a pas moins lieu, et cela d'autant plus rapidement que les animaux étaient plus jeunes. Il est rare de voir l'os ainsi dénudé de son périoste se nécroser.

§ 4. — Conclusions.

1° Le premier j'ai montré d'une manière incontestable que la moelle des os peut se greffer et donner naissance à des productions osseuses.

2° La moelle osseuse produit du tissu osseux par elle-même, comme en produit le périoste.

3° Le périoste et certains cartilages ne sont donc pas les seuls tissus qui portent avec eux les conditions organiques nécessaires pour la génération de l'os comme on l'a avancé.

4° La greffe de la moelle s'obtient facilement, mais ne donne pas toujours naissance à des productions osseuses. On a d'autant plus de chances d'obtenir de l'os, que la moelle est plus jeune et qu'elle a été greffée dans un tissu très-vasculaire (les muscles, par exemple).

5° Les productions osseuses obtenues par la moelle greffée, finissent par se résorber si l'on attend trop longtemps avant d'examiner le produit de la greffe.

6° On peut obtenir la reproduction d'une partie d'os reséqué, bien qu'on ait enlevé le périoste.

7° La moelle des os est indispensable dans une réparation osseuse; dans le cal en particulier, elle joue certainement le rôle le plus actif (1).

(1) Les données historiques sur le sujet traité dans ce travail se trouvant toutes dans les traités modernes relatifs aux propriétés du tissu osseux et du périoste, tels que ceux de Flourens, de MM. Ollier et Sédillot, nous n'avons pas jugé nécessaire de reproduire ici cette partie du mémoire adressé à l'Académie.

EXPLICATION DES PLANCHES XIII ET XIV.

Planche XIII.

Fig. 1. Exp. 1. Gross. $\frac{2}{1}$. Greffe de moelle avec production d'os ; *a*, muscle dans lequel la moelle a été insérée ; *b*, moelle adipeuse ; *a*, lamelles osseuses résultant de la greffe.

Fig. 2. Exp. 2. — Lamelle osseuse obtenue par greffe d'un petit cylindre de moelle provenant du fémur d'un jeune lapin.

Fig. 3 et 4. Exp. 3. — Productions osseuses obtenues par greffe de moelle chez deux jeunes poulets.

Fig. 5. Exp. 4. — Lamelle osseuse arborescente obtenue par greffe de la moelle dans la cuisse d'un lapin.

Fig. 6 et 7. Exp. 5. — Productions osseuses obtenues chez un lapin par greffe de la moelle qui avait été prise sur lui-même dans un de ses radius.

Fig. 8. Exp. 6. — Fracture d'un os pneumatique (humérus de poulet) ; examen du cal vingt-cinq jours après la fracture ; *a*, *a*, extrémités de l'os n'ayant pas subi de modification ; *b*, *b*, cal interne dans lequel se trouve de la moelle rouge ; *c*, périoste très-épaissi.

Fig. 9 et 9′. Exp. 7. — Cal de l'humérus d'un pigeon dix-huit jours après la fracture : on trouve aussi des cellules de la moelle de nouvelle formation dans toutes les parties du cal interne et externe.

Planche XIV.

Fig. 10. Exp. 12. — Cal des deux os de l'avant-bras d'un pigeon dont on avait reséqué le périoste autour de la fracture.

Fig. 11. Exp. 8. — Os privé de moelle et dans lequel elle est réapparue après avoir irrité le canal médullaire de cet os ; *a*, *a*, endroit irrité et le point où se trouve la moelle nouvelle.

Fig. 12. Exp. 10. — Résection d'une portion de la diaphyse du radius d'un poulet ; le périoste avait été enlevé ; la reproduction de l'os est déjà très-avancée au trente-huitième jour ; *a*, partie enlevée ; *b*, *b*, point où a eu lieu la section ; *c*, *c*, portions d'os nouvellement produites.

Fig. 13. Exp. 11. — Reproduction complète d'une portion d'os enlevée avec le périoste ; *a*, portion d'os enlevée ; *d*, portion reproduite ; *c*, périoste très-épaissi et dans lequel on trouve des éléments cartilagineux. Cette expérience a duré vingt-sept jours (jeune pigeon).

DE LA CONTRACTION DES MUSCLES

DE LA VIE VÉGÉTATIVE

Par MM. Ch. LEGROS et ONIMUS.

Les muscles lisses ont quelques caractères communs avec les muscles striés; mais tout en reconnaissant que les propriétés générales sont les mêmes, on doit ajouter que la manifestation de ces propriétés diffère notablement.

Personne n'ignore combien les fibres-cellules sont répandues dans l'organisme ; elles y sont véritablement à l'état de diffusion. En effet, outre les points où elles forment de véritables masses musculaires (utérus, vessie, intestins), on trouve dans les diverses régions du corps des faisceaux et même des éléments isolés ; il est peu de tissus ou d'organes qui en soient dépourvus : ceux mêmes qui semblent ne point en avoir, en contiennent accessoirement, à cause des vaisseaux dont la tunique musculaire est si riche en fibres lisses. Ces muscles produisent à tous moments une infinité de mouvements dont nous n'avons pas conscience ; la somme de ces mouvements qui sont incessants constitue une force considérable et doit être prise en sérieuse considération dans l'étude de la production de la chaleur et la dénutrition. Alors même que l'organisme semble dans un repos absolu, pendant le sommeil par exemple, les vaisseaux, les conduits glandulaires, l'estomac, les intestins continuent leurs contractions, il y a là un travail continuel s'opérant sans le concours de la volonté. En effet, chez l'homme aucun muscle lisse n'obéit à la volonté, tandis que les mouvements des muscles striés peuvent être volontaires ou involontaires, comme ceux du cœur, du diaphragme.

GÉNÉRALITÉS.

Quelle que soit la disposition des fibres lisses, qu'elles forment des faisceaux isolés, des masses épaisses ou qu'elles soient dispo-

sées en nappe, on ne trouve pas de véritables insertions nettement délimitées comme pour les muscles striés. Si elles sont plongées dans l'épaisseur des tissus, le derme par exemple, leur contraction agit sur ces tissus en les condensant, sans que le mouvement soit dirigé dans un sens plutôt que dans un autre; c'est ainsi que le dartos se resserre, que la rate diminue de volume.

C'est à la contraction du derme qu'il faut attribuer le phénomène de la chair de poule, et non à celle d'un faisceau de fibres lisses s'insérant au follicule pileux ; le derme en se retirant ne peut entraîner la gaîne du poil et les tissus qui sont dans le voisinage immédiat, de sorte qu'on voit apparaître une légère éminence à ce niveau; ce n'est pas le bulbe pileux qui est tiraillé, c'est l'épaisseur du derme qui diminue et qui laisse saillir les gaînes pileuses.

Dans les organes en forme de poches dont les parois renferment des fibres lisses, la contraction a pour but de chasser les matières contenues avec plus ou moins de force, suivant l'épaisseur des couches musculaires. Ici le mécanisme est plus compliqué : il faut d'abord que la cavité puisse se remplir, et pour cela l'orifice qui sert au déversement doit rester fermé; aussi, au niveau de cet orifice, les muscles sont généralement plus épais et forment une masse annulaire qui par sa tonicité empêche la sortie des liquides ou des solides. Ce n'est pas une contraction permanente qu'il est impossible d'admettre, on sait qu'ordinairement l'introduction d'une sonde par le canal de l'urèthre ne rencontre pas de résistance sérieuse au col de la vessie; on voit assez longtemps avant l'accouchement le col de l'utérus se dilater progressivement, il n'y a là que cet état particulier à tout muscle vivant et sain, la tonicité.

Lorsque la distension dépasse certaines limites variables pour chaque organe, lorsqu'une irritation accidentelle atteint la muqueuse et surtout lorsque l'orifice de sortie est tiraillé par le gonflement de la poche, la contraction survient. Il est remarquable que presque toujours c'est une irritation qui se passe en dehors et même fort loin de la cavité qui provoque l'action réflexe et l'évacua-

tion. A la vessie, c'est au col et dans la portion membraneuse de l'urèthre que se trouve le siége de cette irritation. La vessie étant pleine, la tension des fibres musculaires et surtout du tissu élastique ne pouvant plus augmenter, il y a besoin d'uriner ; si ce besoin n'est pas satisfait, le col cède et laisse passer quelques gouttes d'urine qui déterminent de suite un spasme des muscles du périnée. La contraction de la vessie cesse devant cette résistance pour recommencer quelque temps après. Évidemment la muqueuse vésicale peut, lorsqu'elle est irritée, déterminer également la contraction ; de même l'impression du froid qui s'oppose à la dilatation rend plus fréquent et plus impérieux le besoin d'uriner : le col cède alors plus vite devant l'impossibilité de la distension. L'irritation de l'urèthre et même du méat suffit quelquefois pour déterminer l'action réflexe et l'expulsion de l'urine ; nous avons pu plusieurs fois constater ce fait chez des lapins que nous voulions sonder : à peine l'instrument avait-il touché le méat que la vessie se contractait.

L'utérus, immobile pendant une grande partie de la vie, se développe progressivement dans la grossesse ; lorsqu'il est arrivé aux dernières limites de l'élasticicé, son col s'entr'ouvre et bientôt les mouvements surviennent.

Pour la vésicule biliaire, nous voyons l'excitation de l'orifice du canal cholédoque réagir sur cette poche; enfin le siége de l'excitation initiale est encore plus éloigné pour les vésicules séminales, puisque c'est la verge et surtout le gland qui transmettent aux centres nerveux l'ébranlement nécessaire pour l'éjaculation.

Ainsi le plus souvent ce n'est pas une excitation directe des parois qui amène la contraction, celle-ci peut survenir à la suite d'une action réflexe dont le point de départ est plus ou moins éloigné de l'organe.

Dès que les muscles de ces organes creux entrent en activité, les faisceaux qui se dirigent de l'orifice au sommet de la cavité ont pour effet principal de tenir cet orifice dilaté ; c'est qu'en effet, en prenant un point d'appui sur le contenu, ils tendent à redresser la courbure des parois, et comme, en outre, lorsque

l'organe est distendu, les fibres se dirigent obliquement sur le col, celui-ci est dilaté.

C'est dans les tubes ou conduits qu'apparaît le type complet de la contraction péristaltique consistant en ondulations qui se succèdent plus ou moins rapidement : ce mouvement péristaltique est caractéristique des muscles lisses et en rapport avec leur structure. Dans les muscles striés on trouve quelques vestiges de ces ondulations, surtout lorsqu'il y a fatigue ou que la nutrition cesse d'avoir lieu ; l'excitation frappant un faisceau de fibres primitives, le mouvement se propage rapidement aux extrémités, et l'on conçoit que la propagation est plus lente et que les ondes deviennent plus visibles si le muscle est dans un état anormal. Mais la lenteur et l'évidence des ondulations ne sont jamais aussi nettes que dans les muscles lisses, c'est que les faisceaux de ces muscles ne sont plus constitués par des fibres étendues d'une extrémité à l'autre, mais par une multitude d'éléments juxtaposés. Le mouvement communiqué à un ou à plusieurs de ces éléments ne pourra donc se transmettre que successivement aux voisins, puis à ceux qui sont plus éloignés ; de là cette lenteur de la contraction et son type vermiculaire qu'il est si facile de constater sur le dartos de l'homme. Ces mouvements vermiculaires qui existent partout où il y a des fibres lisses ne sont nulle part plus développés que sur les tubes munis d'éléments musculaires lisses (intestins, vaisseaux, uretères, canaux glandulaires, etc.). Dans la plupart de ces organes on a découvert des ganglions microscopiques disséminés qui règlent le mouvement ; la contraction partie d'un point s'éteindrait bientôt s'il ne se trouvait des ganglions capables de communiquer une impulsion nouvelle. Le mouvement péristaltique devient plus difficile à constater dans les petits canaux comme l'uretère et les divers conduits glandulaires, mais c'est pour les vaisseaux surtout que la difficulté est grande ; comme la contraction vasculaire active coïncide avec la diastole artérielle, on a attribué à l'élasticité seule le pouvoir de modifier à chaque impulsion cardiaque le calibre des vaisseaux ; nous avons montré dans un mémoire publié dans ce journal (*Recherches expérimentales sur la circulation*, juillet et août

1868) que les muscles vasculaires ne restaient pas inactifs après la diastole artérielle, et pouvaient augmenter ou diminuer la circulation en des points limités ; nous n'y reviendrons pas ici.

Une fonction toute spéciale, mais qui rentre dans les lois générales, existe pour les fibres musculaires de l'iris. Cet organe, véritable diaphragme, présente des fibres lisses en faisceaux circulaires ; on croyait également avoir observé des fibres radiées admises surtout pour appuyer des explications physiologiques plus ou moins hypothétiques. La contraction des fibres de l'iris doit tendre nécessairement à rétrécir la pupille, mais il est impossible d'admettre que ce resserrement et la dilatation soient dus uniquement aux muscles. Que ceux-ci interviennent dans les changements brusques dans l'exposition vive de l'œil à la lumière, c'est probable ; mais il serait unique de voir un muscle rester en contraction physiologique d'une façon permanente. Les fibres lisses comme les fibres striées ne peuvent rester longtemps contractées, il faut du repos et d'autant plus de repos que le travail aura été plus considérable. Voit-on jamais la pupille après un resserrement qui dure depuis plusieurs heures se dilater, se reposer enfin ? Il faut chercher ailleurs une explication et nous pensons que la plupart de ces phénomènes pupillaires doivent être attribués aux vaisseaux. Déjà dans un travail publié en 1867 (*Des tissus érectiles et de leur physiologie*, thèse), l'un de nous a insisté sur ce point ; on lit page 39 :

« Il faut avouer que des vaisseaux assez volumineux, disposés » en hélice, dans un organe aussi délicat, peuvent avoir concur» remment avec les fibres musculaires, une certaine influence sur » les changements de diamètre de la pupille ; mais il faut pour » soutenir cette opinion rejeter la compression des veines par le » muscle ciliaire. M. Th. Leber a montré, par ses belles injec» tions, que les artères et non les veines traversent le muscle de » Brucke ; ce serait donc la contraction de ce muscle qui, com» primant les artères, amènerait la vacuité des capillaires et par » suite la dilatation de la pupille, tandis que le relâchement du » muscle permettrait l'afflux du sang et une congestion des vais» seaux, d'où turgescence et redressement des capillaires, d'où

» rétrécissement. On s'expliquerait ainsi l'action du grand sym-
» pathique sur la pupille qui se resserre sous l'influence de la
» section du nerf, à cause du relâchement du muscle de Brucke
» et se dilate lorsqu'on excite le filet nerveux qui détermine la
» contraction de ce même muscle et l'oblitération plus ou moins
» complète des artérioles. On comprendrait également l'action de
» la belladone qui, loin de paralyser les fibres musculaires lisses,
» comme on l'a cru, les excite violemment; les instillations d'a-
» tropine dans l'œil agiraient comme la stimulation du grand
» sympathique, en amenant la contraction du muscle ciliaire. »

Ainsi, tout en reconnaissant l'influence fort limitée des fibres lisses, nous accordons la plus grande importance dans les changements de diamètre de la pupille à la vacuité ou à la turgescence des vaisseaux, mais nous repoussons l'explication de M. Rouget, qui est en désaccord avec la disposition anatomique des artères et des veines.

CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR LA CONTRACTILITÉ DES FIBRES LISSES.

Il est une loi en biologie qui ne semble pas avoir d'exceptions, c'est que plus un élément vivant présente d'activité et moins cet élément résiste aux causes de destruction. Cette loi est applicable non-seulement aux éléments anatomiques, mais aux tissus et même aux organismes complets. Le muscle strié dont l'activité est remarquable perd rapidement ses propriétés lorsqu'il cesse de recevoir du sang; le muscle lisse, au contraire, conserve sa contractilité longtemps après l'arrêt de la circulation. De même l'animal à sang froid résiste à la destruction bien plus longtemps que le mammifère. Chez le premier on peut enlever tout le sang, le remplacer par du mercure et la vie ne cesse pas immédiatement; que le cœur s'arrête brusquement chez l'homme, toutes les fonctions animales cessent aussitôt et les propriétés organiques ne tardent pas à disparaître. On peut même, en poussant les choses à l'extrême, dire qu'il est difficile de produire chez certains êtres inférieurs des lésions mortelles; on peut hacher les polypes d'eau douce, chaque fragment continue à vivre, bien

mieux, il devient l'origine d'un être nouveau. Les éléments anatomiques, qui sont en réalité de petits organismes associés les uns aux autres, peuvent résister énergiquement aux causes ordinaires de destruction quand leur activité est faible, et les fibres lisses, comme nous le disions, en sont un exemple. En empêchant le sang de se rendre dans ces tissus, on voit la contractilité persister longtemps ; bien plus, dans quelques organes à muscles lisses pourvus en outre de ganglions nerveux intra-pariétaux, comme les intestins, les mouvements s'exagèrent par l'excitation qu'apporte un brusque changement dans la nutrition.

On sait qu'après la mort les muscles de la vie organique conservent leurs propriétés quand les muscles rouges sont devenus rebelles à toute excitation. Les ganglions nerveux du grand sympathique participent à cette faculté de résister à la destruction, de sorte que des mouvements coordonnés peuvent encore se montrer quand la vie a cessé ; on a vu l'utérus expulser le fœtus après la mort de la mère.

Influence de la température. — Une température de 45 degrés suffit pour anéantir les propriétés de la plupart des tissus de l'économie, les muscles lisses ne font pas exception. Mais sans arriver à cette température extrême, on constate qu'une chaleur modérée facilite les contractions, surtout celles à type franchement péristaltique ; il a été souvent répété que le froid favorisait la contraction des fibres lisses ; tel n'est pas notre avis, le froid détermine la contracture, mais il abolit la contraction physiologique. Nous l'avons montré pour l'intestin dont le calibre se rétrécit et dont les parois s'immobilisent sous l'influence du refroidissement, on peut constater un phénomène analogue pour les vaisseaux périphériques, pour le dartos, etc.

Mais pour la vessie, dira-t-on, le froid amène des contractions plus actives ou du moins plus fréquentes ; personne n'ignore en effet que le refroidissement provoque des envies d'uriner et qu'il suffit souvent, chez les gens dont la vessie est paresseuse, du contact d'un corps froid au périnée ou sur le bas-ventre pour faire uriner. C'est qu'en effet de cette façon on contracture la tunique musculaire de la vessie et la pression des parois sur le contenu

amène une dilatation du sphincter et l'émission de l'urine. Il est douteux que cette contracture par le froid soit due uniquement à l'action des fibres lisses, il est probable que le tissu élastique qui les accompagne entre pour une large part dans ce phénomène. C'est qu'en effet le tissu élastique, que l'on peut regarder comme le moins vivant des tissus, manifeste sa présence par des actes purement mécaniques, il n'agit qu'à la façon du caoutchouc, reprenant la forme et les dimensions qu'on a fait varier, se laissant facilement distendre lorsqu'il est échauffé, résistant au contraire à la distension lorsqu'il est refroidi.

Le réseau élastique qui accompagne les fibres lisses mérite donc d'être pris en considération ; il contribue à limiter la distension des tubes ou poches contractiles, et, à la rigueur, l'action de la chaleur et du froid peut être comprise sans faire intervenir les muscles.

Influence du repos et de l'exercice. — Le repos absolu d'un muscle strié, la privation de l'innervation, entraînent son atrophie, et dans certains cas, la perte de ses fonctions propres. Lorsqu'un muscle de la vie organique cesse d'agir, l'atrophie consécutive survient moins rapidement; à la longue, quand l'immobilité est complète, les fibres lisses s'atrophient ; on constate ce fait dans les cas d'anus contre nature de longue durée, si rien ne passe par le bout inférieur, l'épaisseur des parois intestinales est alors diminuée. Un vaisseau sanguin oblitéré présente des particularités analogues. Il faut noter cependant que souvent les éléments musculaires diminuent de nombre et de volume sans disparaître absolument et que ceux qui persistent ont conservé la contractilité. L'utérus, après des années de repos, contient des fibres-cellules. Les vésicules séminales des vieillards et des paraplégiques ont encore des fibres lisses.

D'autre part, il est certain que l'exercice augmente le volume des muscles de la vie organique, il survient de véritables hypertrophies dans le cas où il y a exagération des mouvements. Que la vessie soit obligée pour se vider de vaincre un obstacle, qu'un rétrécissement de l'intestin exige des efforts multipliés pour le passage des matières, et l'on constatera que la tunique

musculaire s'est épaissie, que les fibres-cellules ont augmenté de nombre et de volume. Cette hypertrophie peut avoir une autre cause : l'utérus qui se développe pendant la grossesse subit une énorme augmentation de volume que l'on ne peut attribuer à des contractions répétées, mais bien à une exagération des phénomènes de nutrition ; c'est une cause analogue qui détermine le brusque développement des vésicules séminales au moment de la puberté.

MÉCANISME DE LA CONTRACTION.

La contraction, quel que soit l'élément sur lequel on l'observe, est due à une propriété spéciale de la matière organisée, propriété que l'on a nommée contractilité. M. Rouget, se basant sur quelques interprétations anatomiques hasardées peut-être, mais à coup sûr fort originales, considère la contraction comme un phénomène d'élasticité. Tout d'abord la théorie de M. Rouget est séduisante en ce qui concerne les fibres striées qu'il considère comme des spirales, de véritables ressorts élastiques capables de se condenser. Ce qui est regardé ordinairement comme l'état d'activité du muscle serait pour cet auteur l'état de repos pendant lequel le ressort se détendrait. On ne peut nïer cependant que cette opinion est en contradiction avec des faits bien observés. Ainsi, pour n'en citer qu'un seul, il est impossible dans l'hypothèse de M. Rouget, de se rendre compte des différences de température que l'on constate dans un muscle lorsqu'il se contracte librement ou lorsqu'il existe un obstacle au raccourcissement. On comprend à la rigueur qu'il puisse y avoir élévation de température, lorsque le muscle se contractant librement, l'élasticité entre en jeu et développe du calorique, mais on ne comprend guère pourquoi cette élévation de température est plus forte quand le mouvement ne peut s'exécuter à cause d'une résistance quelconque.

Si cette théorie appliquée aux muscles striés soulève de nombreuses objections, elle en rencontre de plus sérieuses encore lorsqu'on cherche à l'adapter aux contractions des fibres lisses ; car ici nous ne rencontrons nullement cet enroule-

ment en spirale que l'auteur admet pour les fibres striées, et les fibres élastiques qui accompagnent les éléments musculaires sont accessoires et trop peu développées pour produire des mouvements énergiques. Ne sait-on pas enfin qu'il existe des phénomènes de contractilité dans les substances organiques complétement amorphes? Que devient ici la théorie de M. Rouget?

Essayons de pénétrer le phénomène intime de la contraction des fibres lisses; supposons qu'une excitation mécanique ou nerveuse agisse en un point du muscle, sur une seule fibre-cellule si l'on veut; la cellule va se raccourcir, il se forme un plissement qui est accusé au microscope par des bords sinueux, le noyau de la cellule participe lui-même au mouvement, il se contourne. Il est possible de constater ces phénomènes sur des animaux inférieurs dont les tissus sont transparents, mais on peut s'en faire une bonne idée en plongeant rapidement dans une solution de nitrate d'argent au 600e un fragment de muscle lisse enlevé à un animal vivant ou récemment sacrifié. L'élément unique que nous supposons en contraction est en contact avec les éléments semblables qui se trouvent tiraillés et qui, sous l'influence de cette excitation mécanique, se contractent de la même façon et exercent à leur tour, de proche en proche, une action analogue, de sorte que la contraction rayonnera autour du premier élément excité qui sera le centre du mouvement. L'excitation est-elle faible? Le mouvement s'étendra peu à peu comme les ondes liquides lorsqu'on jette une pierre dans l'eau; si elle est faible la contraction pourra se transmettre dans tout le faisceau ou même dans tout l'organe; mais alors à mesure que les ondulations s'éloignent, les parties primitivement contractées se relâchent et l'on a un mouvement péristaltique qui, dans plusieurs organes, est encore aidé par la présence des ganglions intra-pariétaux, ceux-ci réagissent lorsque l'onde les atteint et donnent une nouvelle impulsion.

L'excitation est-elle encore plus intense, ou mieux, est-elle permanente, l'ondulation s'étendra aux parties voisines comme ci-dessus, mais les cellules qui recevront l'ébranlement resteront contractées et l'on aura la contracture.

C'est ainsi qu'on peut expliquer les contractions limitées, les contractions péristaltiques et les contractions tétaniques qui sont les trois formes de mouvement dans les fibres lisses.

Après l'état d'activité survient le retour à l'état normal; ici le mécanisme est facile à comprendre : l'élasticité propre à l'élément musculaire tend à lui faire reprendre sa forme, et en cela il est puissamment aidé par les fibres élastiques qui l'accompagnent et qui, cessant d'être tiraillées, reprennent la longueur qu'elles possédaient auparavant. Ces fibres élastiques jouent le rôle du myolemme des muscles de la vie animale.

Ce n'est pas d'ailleurs le seul point de ressemblance qui existe entre les deux espèces de muscles. Dans les fibres striées l'action est brusque, instantanée, mais on observe également des ondulations qui partent d'un point pour aboutir aux extrémités, seulement le phénomène est rapide, instantané, si le muscle est sain. Dans les fibres lisses, au contraire, tout est lent, la contraction ne produit pas une secousse brusque, elle n'est pas simultanée, elle s'établit graduellement, peut se maintenir longtemps et cesse peu à peu. Dans les graphiques que nous avons obtenus on trouve des caractères différentiels assez marqués. Généralement la ligne ascendante qui marque la contraction est légèrement oblique, puis elle décrit une courbe et redescend très-obliquement lors de la détente. Quelquefois même, dans les contractions normales du gros intestin par exemple, le tracé complet représente à peu près un arc de cercle. Si cependant le mouvement est très-actif, le tracé diffère peu de celui des fibres striées. Ce qui établit une dissemblance notable, c'est la variété de forme que peut prendre le tracé des contractions des muscles de la vie organique. Dans le numéro de janvier et de février, nous avons donné quelques exemples des tracés obtenus avec les intestins. Nous montrons, fig. 1, le tracé d'une contraction spontanée de la vessie d'un chien, une ampoule de caoutchouc introduite par la portion membraneuse de l'urèthre transmettait le mouvement; la durée du tracé est d'une demi-minute. On remarquera que dans les contractions progressives de longue durée et généralement dans les efforts la période de contraction est plus longue que la période

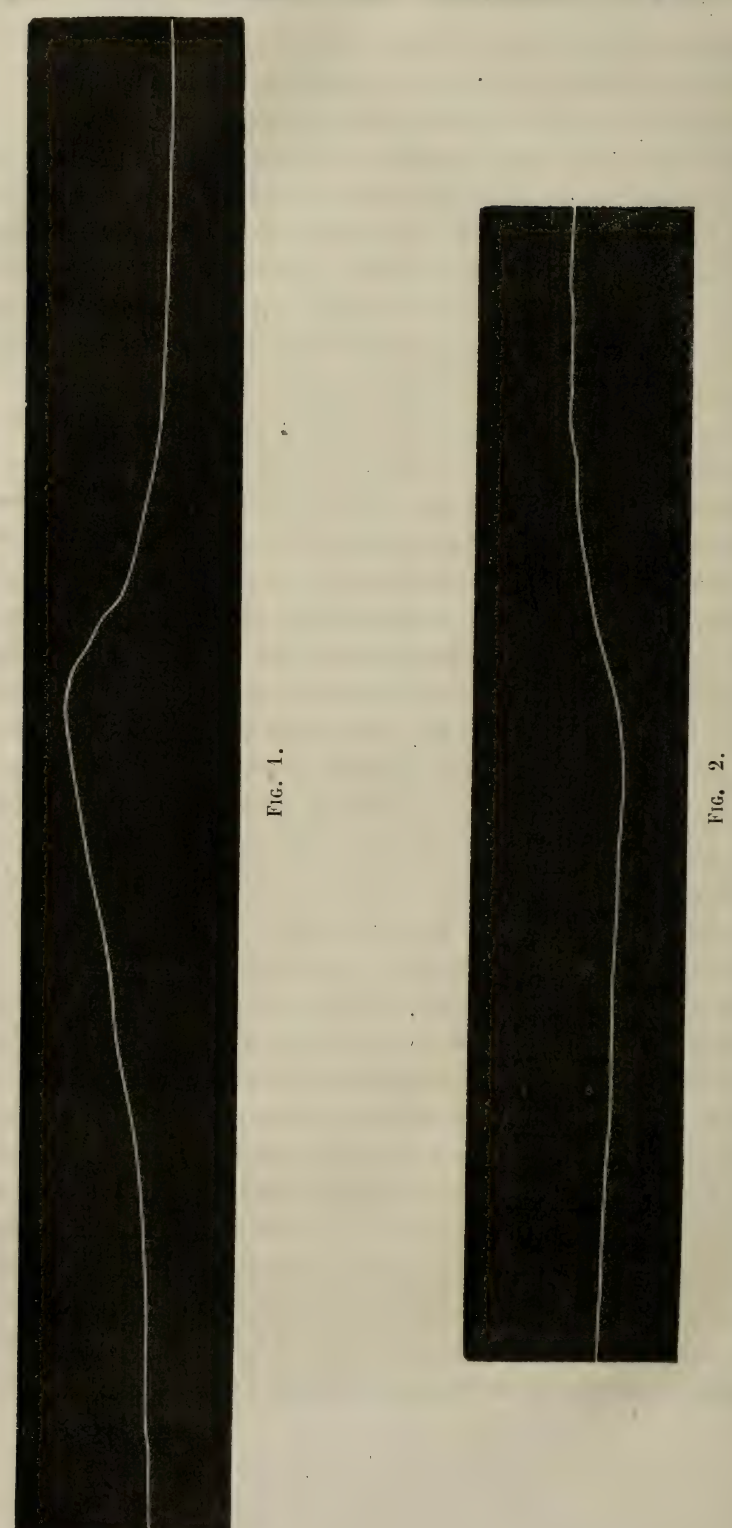


Fig. 1.

Fig. 2.

du retour au repos, ce qui est le contraire de ce qui arrive dans les mouvements plus rapides, comme ceux de l'intestin. Dans le muscle strié, quelle que soit la nature ou la force de l'excitation, la figure obtenue sera plus grande ou plus petite, mais le type ne changera guère ; pour les fibres lisses, on aura, suivant la puissance de l'excitation et l'état du muscle, des différences évidentes: tantôt l'obliquité de la ligne ascendante sera égale à celle de la ligne descendante, ou bien elle sera moins prononcée, les deux lignes se joindront par un sommet aigu ou un arc de cercle, etc.

Dans les organes à fibres lisses dont la fonction est de chasser au dehors des matières liquides ou solides, il y a un effort continu qui persiste jusqu'à l'expulsion du contenu, si le contenu est liquide et qu'il n'y ait point d'obstacle à l'écoulement, citons comme exemple la vessie et les vésicules séminales. Pour ces dernières, on pourrait croire que l'écoulement n'est pas continu à cause des intermittences qui existent dans l'éjaculation, mais c'est l'urèthre qui se contracte spasmodiquement et qui détermine l'intermittence. Lorsqu'au contraire les matières à expulser sont solides, on rencontre des résistances accidentelles ; il s'ensuit une succession d'efforts, puis un repos plus ou moins prolongé auquel succèdent de nouveaux efforts, jusqu'à l'expulsion complète. Ces efforts sont indiqués dans les tracés par une élévation plus ou moins rapide du niveau, et ce niveau se maintient quelque temps comme nous l'avons montré dans les contractions du rectum (janvier et février) et comme nous le montrons fig. 2. Cette figure représente une contraction de l'utérus d'une chienne enregistrée au moyen d'une ampoule de caoutchouc introduite par le col immédiatement après la parturition.

Dans les nouvements dus aux fibres striées la volonté intervient le plus souvent ; c'est exceptionnellement que l'on constate des actes dus à de simples actions réflexes, les muscles de la vie organique sont toujours mis en jeu de cette dernière façon ; nous avons vu que ces actions réflexes s'opèrent le plus souvent sur les ganglions voisins, sur ceux qui, quelquefois, sont disséminés dans l'épaisseur de l'organe, mais elles peuvent atteindre des ganglions plus éloignés, de telle sorte qu'une excitation partie

d'un point isolé réagira sur tout l'organe ou même sur des organes voisins, comme on le voit pour le rectum dont les contractions réagissent sur la vessie ; réciproquement, pendant la miction, il faut quelquefois l'intervention de la volonté pour empêcher l'expulsion des gaz ou des matières liquides du gros intestin, comme l'envie d'uriner accompagne presque toujours la défécation.

Nous avons dit que l'effort musculaire qui est l'exagération de la contraction normale se rencontre dans les muscles lisses comme dans les muscles volontaires. Pour ces derniers, le mécanisme de l'effort exige certains actes préliminaires comme l'occlusion de la glotte, etc.; pour les contractions des fibres lisses, et spécialement pour les organes tubulés et ampullaires, il faut également quelques conditions. Dans l'effort de la vessie, de l'utérus, du gros intestin, de l'estomac, les muscles qui entourent la cavité péritonéale se roidissent et les organes contenus trouvent un point d'appui pour exécuter leurs mouvements. La contraction du diaphragme et des muscles abdominaux n'a pas simplement pour but de presser sur les organes et d'exprimer pour ainsi dire le contenu, elle concourt surtout à former un plan résistant pour faciliter l'effort et servir de point d'appui.

Lorsqu'on voit les muscles de la vie organique et encore les muscles striés du cœur exécuter des mouvements automatiques, on s'imagine difficilement qu'ils puissent se fatiguer ; cependant ils se fatiguent et même il y a épuisement de tout l'organisme lorsque leur activité est exagérée comme dans l'accouchement, les efforts impuissants pour uriner, une selle copieuse.

Dans l'état d'activité ordinaire, il y a pour les organes tubulés, par exemple, des alternatives de contraction et de repos, et par conséquent peu de fatigue musculaire ; mais que les contractions deviennent plus fortes sous l'influence d'une excitation ou qu'il survienne de véritables efforts, l'organe ne tardera pas à se reposer pendant un temps plus ou moins long ; il arrivera même à un état d'atonie ; c'est ce qui a lieu pour la vessie lorsqu'un obstacle ou simplement la volonté s'oppose à l'émission de l'urine, la contraction cesse bientôt et reparaît plus vive après un repos, puis de

nouveaux efforts surviennent et enfin le besoin d'uriner disparaît peu à peu, et la vessie, dans les cas extrêmes, peut devenir complétement inerte. Pour l'intestin, nous avons observé des faits analogues : après une série de mouvements énergiques arrive un repos prolongé. La contraction des muscles vasculaires est également de courte durée si elle est exagérée, un repos devient nécessaire ; ainsi, pour citer encore un exemple, le froid resserre les vaisseaux et détermine la pâleur des tissus, mais bientôt les vaisseaux, ne pouvant soutenir un effort prolongé, se dilatent et les tissus deviennent rouges ; même explication pour l'inertie de l'utérus dans les accouchements de longue durée, etc.

MOUVEMENTS RÉFLEXES.

Il est facile de s'apercevoir que tous les mouvements des muscles lisses sont réflexes, mais ces actions réflexes s'exercent souvent sur les organes isolés de ceux qui ont reçu l'impression, ainsi l'iris se dilate dans certaines affections intestinales. Dans bien des cas il n'est pas nécessaire que l'excitation porte sur les ramifications du grand sympathique, l'action réflexe peut s'exercer par l'entremise des centres cérébro-rachidiens, l'excitation des nerfs du pénis détermine la contraction des vésicules séminales, et celle du nerf optique resserre la pupille. L'irritation d'un point quelconque du corps amène en ce point une circulation plus active grâce aux mouvements particuliers des muscles vasculaires, la titillation de la luette provoque le vomissement.

L'irritation de la muqueuse d'un organe muni de fibres lisses retentira dans les ganglions voisins si elle est faible et de peu de durée ; elle atteindra les centres nerveux si elle est intense et prolongée. N'y a-t-il pas quelque chose d'analogue pour les actions réflexes observées ailleurs ? Lorsque, par exemple, on pince légèrement la patte d'une grenouille décapitée, on agit sur un groupe de cellules de la moelle qui fait contracter cette patte ; si l'on pince violemment, il survient des mouvements dans les deux pattes et même dans la totalité du corps, l'impression s'est transmise alors à tout l'axe spinal.

Les mouvements des muscles de la vie organique ne sont pas entièrement soustraits aux influences psychiques ; les muscles vasculaires exagèrent leurs contractions rhythmiques ou se contractent tétaniquement dans la peur, la colère ou même par des sensations moins violentes comme la pudeur. La vessie et les intestins subissent également le contre-coup des passions diverses ; la pupille se contracte dans la colère et se dilate par la peur ; c'est la peur également qui peut amener par l'action des muscles lisses cette rétraction du derme qui produit la chair de poule. Le dégoût provoque le vomissement, l'idée seule que l'on a pris une substance purgative peut faire contracter l'intestin et amener des selles fréquentes, lors même que la substance ingérée n'est point purgative.

L'imitation elle-même n'est pas étrangère à quelques mouvements des muscles organiques; beaucoup de personnes ont des nausées à l'aspect d'un malade qui vomit, les spasmes de l'hystérie sont contagieux, et il suffit souvent d'entendre le bruit de l'eau qui s'écoule d'un robinet pour ressentir des envies d'uriner.

DES EXCITANTS APPLIQUÉS DIRECTEMENT SUR LES MUSCLES LISSES.

Le pincement ou l'irritation par les agents chimiques ne provoquent pas immédiatement une contraction; celle-ci ne survient qu'au bout d'un temps fort court, mais parfaitement appréciable; bien plus, pendant cette courte période qui précède la contraction il y a diminution de la tonicité et relâchement complet; cette période est presque instantanée, mais nous avons pu la saisir au moyen des appareils enregistreurs. C'est par le pincement surtout que l'on obtient ce résultat; l'application directe des courants interrompus en fournit aussi quelquefois des exemples comme on peut le voir figure 3; on électrise la vessie d'un chien; le point A indique le début de l'électrisation; il y a un brusque abaissement de tension, puis la contraction s'opère. Ce relâchement rapide suivi de contraction favorise certainement la marche normale des matières contenues dans les tubes contractiles; prenons pour exemple les matières fécales dans l'in-

testin. Dès qu'une masse fécale en mouvement atteint un point quelconque de l'intestin, celui-ci se dilate momentanément à ce niveau pendant qu'il se contracte en arrière de la masse. La progression est donc ainsi facilitée. La contraction une fois dé-

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

clarée au point irrité s'étend progressivement en formant un

cercle plus ou moins grand ; elle s'arrête tout de suite si elle rencontre un obstacle ; ainsi la vessie, pincée en un point, se contracte localement et tout l'organe ne participe pas au mouvement. Sur les tubes contractiles, une excitation forte détermine d'abord la contraction locale, puis le mouvement vermiculaire.

L'électricité appliquée directement sur les muscles de la vie organique donne des résultats remarquables. Les courants d'induction agissent au niveau du contact des pôles, et la portion située entre les pôles reste immobile ; et même comme nous l'avons constaté plusieurs fois sur l'intestin, il peut y avoir relâchement en ce point, surtout si les pôles sont très-éloignés. L'organe que l'on électrise ainsi est-il petit? Agit-on par exemple sur la vésicule biliaire ou les vésicules séminales, il y a expulsion du contenu; il n'en est point tout à fait de même pour la vessie. Cependant, si le courant est intense et la vessie peu gonflée, on peut amener une contraction de tout l'organe; nous en donnons un exemple figure 4. L'ampoule étant introduite dans la vessie, on électrise au point A ; la tension augmente rapidement et se maintient. Les courants continus, appliqués directement sur les fibres lisses, donnent au moment de la fermeture du circuit une contraction locale au niveau des pôles, puis l'organe garde le repos. Si les muscles étaient en activité, ils cessent de se mouvoir et restent inertes pendant le passage de l'électricité ; c'est ce que nous avons constaté sur différents organes, et principalement sur l'utérus. Chez une chienne en parturition nous avons pu arrêter les contractions utérines en plaçant le pôle négatif dans le vagin et le pôle positif dans la gueule de l'animal. En changeant l'ordre des pôles, il semblait qu'on obtenait une contracture de la matrice ; la parturition était également enrayée, mais il n'y avait pas relâchement. C'est là, du reste, une circonstance remarquable de l'action des courants continus, et il est facile de s'en rendre compte en agissant sur les tubes doués de mouvements péristaltiques, nous avons montré pour l'intestin que le courant électrique marchant dans la direction naturelle du mouvement péristaltique amène une dilatation de l'intestin ; s'il marche en sens contraire on a de la contracture. La figure 5 montre clairement que l'action des cou-

rants continus sur les fibres lisses a beaucoup d'analogie avec ce que l'on observe pour les fibres striées. On voit qu'en électrisant au point A il y a une contraction, puis le repos arrive peu à peu; et lorsqu'on interrompt le courant en B il y a une nouvelle contraction, mais elle est plus faible. Ce tracé a été donné par la vessie, le pôle positif était sur la vessie et le négatif au périnée.

Les muscles vasculaires, dont le mécanisme présente d'ailleurs tant d'analogie avec celui des muscles de l'intestin, obéissent aux mêmes lois. Dans un travail publié dans le numéro de juillet et août 1868 (*Recherches expérimentales sur la circulation*) nous avons montré que l'on pouvait augmenter ou diminuer la circulation suivant qu'on employait un courant continu centrifuge ou centripète; c'est un fait constant que l'on peut vérifier sur l'oreille d'un lapin, ou mieux, à l'aide du microscope sur la patte d'une grenouille. Nous supposions alors que le courant centripète diminuait l'action propre des vaisseaux et que le centrifuge l'augmentait; après examen approfondi et en comparant l'action des muscles lisses analogues nous sommes arrivés à cette conviction que le courant électrique continu agissait sur les vaisseaux comme sur les autres organes tubuleux doués de mouvements péristaltiques, c'est-à-dire qu'il abolissait les mouvements propres, et qu'en outre un courant descendant déterminait le relâchement et un courant ascendant la contracture de ces vaisseaux. Mais tout en reconnaissant que nous avions mal interprété des faits réels nous ne renonçons nullement à défendre l'action péristaltique des vaisseaux; cette action existe physiologiquement, mais elle n'est pas mise en jeu par les courants électriques; ce que nous avions pris pour un effet actif est une paralysie. On voit par là combien il est utile en physiologie de ne pas se borner à l'état des fonctions de chaque organe en particulier et d'envisager les tissus ou les éléments semblables; nous avons été amenés de cette façon à rectifier ce qu'il y avait d'erroné dans notre première interprétation.

EXCITATION DES NERFS QUI SE RENDENT AUX MUSCLES LISSES.

On a remarqué que l'excitation des nerfs semblait agir moins énergiquement sur les muscles lisses que l'excitation directe de ces muscles, ce qui est le contraire de ce que l'on voit pour les fibres striées. Il y a là sans doute une raison anatomique qui ne sera complétement résolue que par la connaissance de la terminaison des filets du sympathique. On a prétendu en Allemagne que ces filets aboutissaient aux fibres-cellules mêmes, dans les noyaux. Frankenhauser prétend même les avoir suivis jusqu'à des nucléoles situés dans le noyau. Sans vouloir complétement repousser ces résultats qui, du reste, n'ont pas été acceptés par Schwalbe (*Centralblatt*, janvier 1869), nous dirons qu'il ne faut pas trop se hâter d'accepter sans vérification les innombrables conceptions qui nous viennent d'outre-Rhin ; on doit reconnaître qu'en Allemagne on cherche beaucoup et qu'on trouve quelquefois, mais nous accordons peut-être trop d'attention à des faits et à des théories qui s'acclimatent en France avant d'avoir été reçus dans leur pays natal ; on s'habitue ainsi à ne vivre que d'emprunts. Nous avouerons donc que la terminaison des nerfs dans les muscles lisses est encore mal connue. (V. dans ce recueil, année 1864, le mémoire de M. Trinchese sur *la terminaison des nerfs musculaires*.)

Il est une particularité sur laquelle on a peu insisté et qui nous explique cette espèce de résistance des muscles lisses à l'excitation portée sur les nerfs, c'est la nature même de ces nerfs ; ici, en effet, on ne trouve pas de gaîne isolante, les éléments nerveux conducteurs sont directement en rapport avec les tissus voisins ; on pourrait donc croire que dans ce cas la transmission ne se fait pas avec autant de rapidité et qu'il y a une sorte de diffusion de l'agent nerveux. Nous ne savons pas qu'on ait fait des expériences pour constater la différence de la vitesse de transmission entre les tubes nerveux ordinaires et les filets du grand sympathique ; il est probable que ceux qui réaliseront cette expérience trouveront une différence notable ; mais pour le moment nous sommes réduits à une simple hypothèse. Il faut également songer que souvent en

excitant un filet nerveux on n'agit pas directement sur le muscle, mais sur une ou plusieurs cellules nerveuses d'où partent les ramifications terminales. En électrisant le splanchnique, par exemple, on agit d'abord sur les ganglions du plexus solaire ; en portant le courant sur les filets nerveux mésentériques, on n'est pas encore à l'abri de cette cause d'erreur, puisqu'on excite ainsi les ganglions intra-pariétaux de l'intestin et non les muscles eux-mêmes. Ce sont là autant de causes qui ralentissent ou modifient l'influence des excitations nerveuses.

Les courants d'induction dirigés sur les nerfs moteurs amènent progressivement, et non brusquement, une contraction tétanique des muscles lisses ; que l'on agisse au delà ou en deçà des ganglions, le fait est le même ; il y a une exception apparente pour l'iris : on sait, en effet, que l'électrisation du sympathique au cou resserre le calibre des vaisseaux et dilate la pupille ; nous avons donné une explication de cette espèce de contradiction dans la première partie du Mémoire. Tels sont les résultats que l'on obtient par les courants d'induction intenses ; cependant il est possible, en ayant soin de prendre les nerfs avant leur pénétration dans les ganglions et en employant des courants très-faibles, de déterminer une légère excitation de ces ganglions, et par conséquent des mouvements semblables à ceux qui s'exécutent sous l'influence des actions réflexes normales. Mais ce résultat est atteint bien plus sûrement si l'on emploie les courants continus ; ceux-ci, par une stimulation soutenue, donnent aux cellules nerveuses l'activité fonctionnelle, et il en résulte des mouvements. Si l'on n'agit pas sur les ganglions et qu'on excite les nerfs qui se rendent directement aux muscles lisses, on obtient à peu de chose près ce que l'on voit pour les muscles striés, c'est-à-dire qu'il y a une contraction à l'entrée et à la sortie du courant et immobilité pendant l'électrisation. De même, si l'on vient à faire passer le courant pendant que les muscles sont en activité, la contraction cesse immédiatement comme en appliquant les pôles directement sur les muscles ; c'est ainsi, comme nous l'avons montré, qu'on peut faire cesser les mouvements de l'estomac au moyen d'un courant descendant dirigé sur le pneumogastrique.

Généralement les courants continus appliqués aux nerfs qui se distribuent dans les muscles lisses ont une action faible et souvent peu appréciable, si l'on agit sur un point éloigné des organes; ce qui est dû probablement, ainsi que nous l'avons dit, à l'absence de gaîne isolante dans les filets du sympathique.

Qu'arriverait-il si l'excitation électrique, au lieu d'être portée sur les nerfs moteurs, était dirigée sur les nerfs sensitifs? Disons d'abord qu'on ne sait pas très-exactement si tel nerf du sympathique est moteur ou sensitif; il est fort probable que le plus souvent on a affaire à des nerfs mixtes. Pour les intestins, il est presque certain que les splanchniques sont surtout moteurs, et que le pneumo-gastrique contient les filets sensitifs. Or, nous avons constaté que l'excitation du bout périphérique de ce nerf amène un arrêt des mouvements et une dilatation passive de l'intestin; nous n'insisterons pas sur ce fait que nous avons complétement étudié ailleurs. Il se passe quelque chose d'analogue du côté des vaisseaux; si l'on électrise le bout central du nerf auriculo-temporal du lapin, on voit survenir une turgescence très-marquée des vaisseaux de l'oreille. D'après ces deux exemples, on serait autorisé à conclure que l'excitation électrique des nerfs sensitifs amène dans les cellules nerveuses centrales, d'où partent les filets du sympathique, un arrêt de fonction, et, par suite, un relâchement des muscles lisses correspondants (1).

(1) En assimilant ce qui se passe dans les vaisseaux lorsqu'on électrise le bout central de l'auriculo-temporal, à l'effet produit sur l'intestin, par l'électrisation du bout supérieur du pneumo gastrique, nous nous conformons à une théorie généralement adoptée; on a dit, en effet, que la dilatation des vaisseaux de l'oreille était due dans ce cas, à une paralysie par action réflexe. Nous tenons à faire observer que sur ce point nous avons des idées un peu différentes ; nous pensons que cette dilatation des vaisseaux est active et qu'elle est due à la contraction autonome ou péristaltique des artères. Ce qui nous confirme encore dans notre opinion, c'est qne la turgescence vasculaire obtenue est bien plus forte que celle qui succède à la simple paralysie des vaisseaux par la section du sympathique. Avec notre théorie on devrait distinguer l'action du courant électrique sur les nerfs de sensibilité suivant les organes, sans qu'on puisse assigner, une cause bien nette aux différences observées ; peut-être, cependant la présence ou l'absence de ganglions intra-pariétaux fournirait matière à explications. Quoi qu'il en soit, dans cette étude générale des mouvements des muscles lisses, nous adoptons provisoirement et en faisant nos réserves l'idée la plus communément acceptée jusqu'à la démonstration complète et directe de notre façon de comprendre les phénomènes vasculaires.

RÉGÉNÉRATION DES MUSCLES LISSES.

La régénération des muscles striés après leur section est sinon impossible, du moins difficile; nous n'avons pu l'obtenir. M. Dubrueil a été plus heureux que nous et a publié le résultat de ses recherches dans ce journal (janvier et février 1869).

Pour les fibres lisses, il n'y a aucun doute; la régénération s'opère même rapidement. L'un de nous a présenté cette année à la Société de biologie la cicatrice de l'intestin d'un chien opéré depuis quinze jours, et les fibres-cellules apparaissaient déjà au milieu du tissu cicatriciel. Cela ne doit point surprendre; car les muscles lisses, malgré leur individualité réelle, conservent une grande partie des propriétés embryonnaires et sans croire, comme on l'a dit, qu'il y a un passage insensible entre la fibre cellule et la fibre striée, et que la première n'est qu'un arrêt de développement, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que la lenteur des contractions et de l'influx nerveux, ainsi que l'excitabilité moins prompte à disparaître après la cessation de la circulation, rapprochent les propriétés des muscles lisses de celles des muscles striés à l'état embryonnaire.

RÉSUMÉ.

En résumé, les muscles lisses possèdent la plupart des propriétés générales des muscles striés (extensibilité, tonicité, contractilité, etc.). Mais ces propriétés sont souvent modifiées; en outre, les muscles lisses présentent quelques phénomènes que l'on chercherait en vain dans les muscles striés. Un tableau comparatif fera mieux ressortir ces différences.

MUSCLES STRIÉS.	MUSCLES LISSES.
1. Contraction rapide, même pour les muscles indépendants de la volonté. Le retour à l'état de repos se fait aussi très-promptement.	Se contractent lentement et reviennent lentement à l'état de repos.
2. Mouvements rarement involontaires.	Mouvements toujours involontaires.
3. La contracture survient à la suite d'une série de secousses.	La contracture survient progressivement et sans oscillations.
4. Le mouvement péristaltique est une exception.	Le mouvement péristaltique est la règle.

5. Abolition rapide des propriétés après la la mort et sous l'influence de quelques poisons.	Résistance très-grande aux causes de destruction. Persistance de la motilité longtemps après la mort.
6. Atrophie rapide et très-prononcée après l'arrêt des fonctions.	Atrophie nulle ou peu marquée dans les circonstances analogues.
7. A la suite de l'exagération de la fréquence des contractions, on voit survenir une augmentation de volume des muscles, mais cette hypertrophie est relativement peu considérable.	L'hypertrophie et l'hypergenèse des fibres lisses se montrent à un haut degré dans toutes les circonstances où il y a exagération des mouvements ou du fonctionnement de l'organe pourvu de ces fibres.
8. L'excitation directe du muscle strié provoque immédiatement une contraction.	Sous l'influence de certains excitants, la contraction est précédée d'un relâchement instantané.
9. Les courants d'induction appliqués sur le muscle donnent un mouvement de la totalité du muscle.	Les courants d'induction donnent une contraction dans les points en contact avec les pôles. Si ceux-ci sont éloignés l'un de l'autre, il n'y a pas contraction dans les portions intermédiaires, il y a même relâchement.
10. Les courants continus ramènent les muscles à l'état de repos. (Nous ne tenons pas compte de la contraction à l'entrée et à la sortie du courant.)	C'est également la règle pour les fibres lisses. Mais pour les organes qui ont des mouvements péristaltiques, il y a des différences correspondant au sens du courant; lorsque celui-ci suit la direction des contractions normales, il y a relâchement; en sens contraire, il y a contracture.
11. L'excitation électrique des nerfs agit plus énergiquement sur les contractions des muscles que l'excitation des muscles eux-mêmes.	L'excitation électrique des nerfs a moins d'influence que celle des muscles.
12. Les courants d'induction portés sur les nerfs moteurs amènent une contraction prompte.	Ces mêmes courants sur les nerfs des muscles lisses donnent une contraction lente et progressive.
13. Les courants continus sur les nerfs moteurs abolissent la contraction pendant leur passage.	Lorsque le nerf se rend directement aux muscles lisses, il en est de même; si le nerf traverse des ganglions, il y a une excitation de ces ganglions qui provoque des mouvements.
14. L'excitation des nerfs sensitifs par les courants interrompus détermine, par action réflexe, une contraction des muscles striés.	Cette excitation met les muscles lisses en état de repos (1).
15. Les muscles striés se régénèrent difficilement.	Les muscles lisses se régénèrent très-rapidement.

(1) Voyez la note, au bas de la page 432.

NOTE

SUR LE CHLORHYDRATE D'AMMONIAQUE

ET LE PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN DE LA BILE

Par le Dr BERGERET (de Saint-Léger).

Lorsqu'on prend de la bile de bœuf fraîche et qu'on en fait dessécher au soleil une petite quantité dans un verre de montre, la partie aqueuse s'évapore rapidement et la partie solide prend un aspect résineux. La masse du résidu est transparente et se fendille sous l'action de la chaleur; cependant on observe, par place, de petites taches blanchâtres non transparentes. Examinées au microscope, ces taches blanchâtres sont composées par du phosphate ammoniaco-magnésien, dont la forme cristalline est celle de feuilles de fougère et de petites dendrites caractérisent les cristaux de chlorhydrate d'ammoniaque.

Si, sur cette bile desséchée, on verse un peu d'alcool froid et qu'avec une baguette de verre on rompe et l'on détache cette couche résineuse, l'alcool se remplit de flocons qui blanchissent. Si après une demi-heure ou une heure de macération, on décante la partie limpide dans un autre verre de montre, on a de cette façon deux verres :

1° Celui qui contient le résidu imprégné d'alcool;

2° Celui qui renferme l'alcool chargé des principes biliaires qu'il a dissous.

En mettant ces deux verres au soleil, l'alcool s'évapore et voici ce qu'on observe au microscope. Dans le verre contenant le résidu, il y a :

1° Une grande quantité de dendrites de chlorhydrate d'ammoniaque que j'ai représentées par des photographies ;

2° Du phosphate ammoniaco-magnésien en cristaux rassemblés en groupes radiés;

3° Du chlorure de sodium en cube, en octaèdre, etc., dont les cristaux sont par place groupés en fleur de lys;

4° De grandes taches vert brunâtres, granulées, probablement de la biliverdine;

5° Des cellules épithéliales à contour très-net.

Les ouvrages les plus récents et les plus autorisés : *Leçons sur les humeurs*, par M. Ch. Robin (Paris, 1867, 1 vol. in-8°); le *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique*, celui de l'*Encyclopédie des sciences médicales*, enfin celui de *Chimie pure et appliquée* de M. Wurtz, ne signalent ni le chlorhydrate d'ammoniaque ni le phosphate ammoniaco-magnésien dans la bile.

Il restait à voir si les composés indiqués plus haut étaient bien des sels ammoniacaux.

Pour m'en assurer, j'ai redissous le résidu sec dans un peu d'eau et l'ai traité avec quelques gouttes de lessive de potasse. Ce mélange, soumis à une douce chaleur, m'a permis de constater l'ammoniaque avec le nez, le papier réactif rouge humecté qui a légèrement viré au bleu, et avec une baguette de verre trempée dans de l'acide chlorhydrique étendu, qui a produit quelques fumées blanches.

J'ai répété dix à douze fois toute cette expérience, et constamment j'ai trouvé une quantité plus ou moins grande de chlorhydrate d'ammoniaque. J'ai vu que la quantité variait suivant que le bœuf avait fait un long trajet pour arriver à l'abattoir, ou bien qu'il sortait de l'écurie du boucher.

Avec ces composés, j'ai trouvé un autre principe dont la présence n'est pas constante. Il est très-déliquescent et probablement volatil, car lorsque j'ai voulu le photographier de nouveau, — au plus faible grossissement pour l'avoir dans son ensemble, — il était dissous, et en évaporant le liquide, il n'a pas repris la forme primitive. Une autre fois, je l'ai encore obtenu, mais il a disparu au soleil sans se liquéfier, pendant que j'attendais l'inclinaison convenable de cet astre pour le photographier.

Je ne chercherai pas à commenter, dans cette note, la présence du chlorhydrate d'ammoniaque dans la bile ; je ferai simplement remarquer :

1° Que ce principe est un produit de la déassimilation nutritive des muscles et qu'il a trois voies principales d'élimination, les reins, l'organe biliaire et les glandes salivaires ; 2° que cette élimination, par la bile, d'un principe excrémentitiel — formé dans les muscles — jettera, sans doute, un jour nouveau sur la question de l'origine vasculaire des matériaux de la bile. Il est évident que le sang de la veine-porte ne contient pas normalement du chlorhydrate d'ammoniaque ; ce principe ne peut donc provenir que de l'artère hépatique pour passer dans la bile, comme il provient de l'artère rénale pour passer dans l'urine.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Coup d'œil sur les connaissances touchant la structure de la rétine acquises de 1856 *à* 1868, par M. le prof. W. Krause de Göttingen.

1856. H. Müller, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, VIII, S. 1. *Arch. Ophthalmol.*, II, Ablh. 2, S. 1. Compt. rend. 20 octob. — M. Schultze, *Mon. Ber. der Ak. d. Wiss. zu Berlin*. Novembr.

1857. Bergmann, *Ztschr. f. ration. Med.*, 3, Reiche II, S. 83. — Lent, *Ztchr. f. Wiss. Zool.* VII, S. 152. — Lehmann, *Exper. quaed. de N. opt. dissect. ad ret. text. vi et effectu. Diss.* Dorpati.

1858. Nunneley, *Journ. of micr. Sc.* VI, S. 138.

1859. Ritter, *Arch. f. Ophthalmol.* V, Abth. 2, S. 101. — M. Schultze, *De retinæ struct.* etc. — E. de Wahl, *De ret. struct. in. monstr. anenceph. Diss.* Dorpati.

1860. Jacubowitsch, *Compt. rend.*, 7 mai. — Manz, *Ztschr. f. rat. Med.* 3, Reihe X, S. 301. — W. Krause, *Anatomische Untersuchungen*, S. 56. — Braun, *Sitz. Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien*, math. naturw. Kl., XLII, S. 15. — W. Krause, *Gött. Nachrichten.* 1861, N. 2. *Ztchr. f. rat. Med.* 3, Reiche. XI, S. 175.

1861. H. Müller, *Würz. natur wiss. Ztchr.* II, S. 64, 139, 218. — Kölliker, *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte.* S. 283. — M. Schultze, *Sitz. Ber. der niederchein. Gesellsch. in Bonn.* S. 97. — Ritter, *Arch. f. Ophthalmol.* VIII, Abth. 1, S. 1.

1862. Valentin, *Ztchr. f. rat. Med.* 3, Reihe XIV, S. 138. — H. Müller, *Würzb. naturwiss. Ztchr.*, III, S. 10. — Ritter, *Arch. f. Ophthalmol.* VIII, Abth. 2, S. 115.

1863. Schiess, *Ztchr. f. rat. Med.*, 3, Reihe XVIII, S. 129. — W. Krause, *Id.*, XX, S. 7. —Welcker, *Id.*, XX, S. 173. — Schelske, *Med. centrabl.*, 35 ; *Virchow's Arch.* XXVIII, S. 482. — Kugel, *Arch. f. Ophthalmol.* IX, Abth. 3, S. 129. — Babuchin, *Würzb. naturw. Ztchr.* IV, S. 71.

1864. Henle, *Gotting Nachr.* 7, u. 15, *Amtl. Bericht über die Naturforcher-Versammlung zu Giessen* 1865, S. 195. — Babuchin, *Würzb. naturw. Ztchr.* V, S. 141.— Leydig, *Das Auge der Gliederthiere.* — Ritter, *Die Struktur der Retina.* — Heinemann, *Virchow's Arch.* XXX, S. 256.— Hulke, *Ophthalm. Hosp. Rep.* IV, 3, S. 243.

1865. Ritter, *Arch. f. Ophthalmol.* XI, 1, S. 89, 179. — M. Schultze und Rudneff, *Arch. f. mikrosk. Anat.* 1, 2, u. 3, S. 304.— Niemetschek, *Prag. Vierteljahr.*, LXXXV (XXII, 1), S. 132. — His, *Ztschr. f. wissensch. Zool.*, XV, S. 140.—W. Krause, *Beiträge zur Neurologie der obern Extremität.* S. 32. — *Amtl., Ber. üb. Naturf. Vers. zu Giessen.* S. 195.

1866. Hasse, *Gött. Nachr.* 8. — Steinlin, *Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu St. Gallen*, 1865-66. — Hensen, *Virchow's Arch.* XXXIV, S. 401. — M. Schultze, *Arch. f. mikrosk. Anat.*, II, S. 165-175.— Id., *Ueber den gelben Fleck. Bonn.* — Manz, *Ztschr. f. nat. Med.* 3, Reihe XXVIII, S. 231. — Ritter *in* Wecker, *Traité des maladies des yeux*, II, p. 28. — Hulke, *Journ. of. anat. and. physiol.*, VIII, p. 94,

1867. Max Schultze, *Arch. f. mikrosk. Anat.*, II, S. 215. — W. Zenker, *Id.*, S. 248. — Hensen, *Virchow's Arch.*, XXXIX, S. 475. — Hasse, *Ztschr. f. rat. Med.*, 3, Reihe, XXIX, S. 238. — W. Krause, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, S. 243. — Kölliker, *Gewebelehre*, 5, Auflage.— M. Schultze, *Arch. f. mikrosk Anat.*, III, S. 371 u. 404. — W. Krause, *Gotting. Nachr.*, 37 ; *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, S. 643. — Hulke, *Journ. of anat. and physiol.*, 2 ser. 1, p. 19, *Philos. Transactions*, 1, p. 109. — Gulliver, *Ibid.*, p. 12. — Czerny, *Sitz. Ber. d. k. Akad. zu Wien.*; math. naturw., Kl. LVI, Abth. 2, S. 409.

1868. W. Krause, *Götting. Nach.*, 7, *Arch. f. Anat. und Physiol.*, S. 256. — Steinlin, *Arch. f. mikrosk. Anat.*, IV, S. 10. — M. Schultze, *Id.*, S. 22 ; *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, V, p. 113. — W. Krause, *Die membrana fenestrata der Retina.* Leipzig, 1868. Engelmann. Mit 2 Tafeln.

Les efforts de tous les anatomistes se réunissent pour expliquer la structure de la rétine, afin d'y découvrir la terminaison du nerf optique. La solution de ce problème paraît d'autant plus intéressante, que les fonctions de l'organe visuel marquent la place de l'organisme dans l'échelle animale. Connaissant, en effet, la rétine, on connaît aussi la classe que l'animal occupe dans la zoologie et l'on peut même préciser la famille à laquelle il appartient. Lorsque Treviranus (1835) crut découvrir la couche des bâtonnets, elle fut considérée comme la terminaison du nerf optique ; mais ce fait était connu de Leeuvenhoek qui déjà (en 1722) avait aperçu des bâtonnets dans la rétine de la grenouille.

Quand on eut découvert les bâtonnets, Gottsche (1836) découvrit à son tour les cônes, Valentin (1837) les gouttelettes huileuses dans la rétine de l'oiseau, Valentin et Krause (1842) les cellules ganglionnaires. La description des couches de la rétine resta longtemps telle qu'elle avait été donnée par Krause, c'est-à-dire : la couche des bâtonnets, la couche granuleuse, la couche fibreuse et la couche globuleuse. A l'époque de H. Muller et Kölliker, la description de la rétine fut modifiée, grâce à l'emploi que firent ces auteurs de l'acide chromique pour durcir leurs préparations ; ce moyen avait été proposé par Hannover dans un autre but.

Par ce moyen, il était facile de démontrer la complication des couches de cette curieuse membrane. H. Muller démontrait en même temps la présence des fibres radiales (rayonnées) traversant toute l'épaisseur de la rétine, et principalement les couches internes sous forme de noyaux. Leur extrémité antérieure ou interne avait été déjà remarquée (1837) par Michaelis.

Grâce aux recherches de Kölliker (*Mikrosk. Anat.*, II, 2), la science médicale a fait de rapides progrès relativement à la rétine.

La nomenclature proposée par H. Muller et Kölliker a été généralement adoptée et mise en usage ; elle doit aussi servir comme point de départ à nos contemporains. Malgré cela, Krause (1868) apportait quelques modifications à cette nomenclature, d'après laquelle on doit suivre cette membrane superposée couche par couche de l'extérieur à l'intérieur, c'est-à-dire de la choroïde à laquelle cette membrane adhère légèrement par contact jusqu'au corps vitré qu'elle embrasse. — Cette nomenclature moderne serait ainsi conçue :

Feuillet externe — Couche pigmentaire.

Feuillet interne — Couche des bâtonnets { Bâtonnets. / Cônes. / Aiguilles. } { Segments externes. / Segments int^e^. { Ellipsoides. / Cylindreaxes. } }

Membrane limitante externe.

Couche granuleuse externe.. { Granules des bâtonnets. / Granules des cônes. }

Couche fibreuse des cônes. . { Fibres-cônes. / Fibres-bâtonnets. } { Cylindre-cônes. / Cylindres-bâtonnets. }

Membrane fenêtrée.

Couche granuleuse interne.	Membrane perforée (chez les poissons).	Fibres radiales.
	Couche la plus externe.	
	Couche moyenne.	
	Couche la plus interne.	
	Noyaux des fibres radiales (rayonnées).	
Couche granuleuse	Fibres radiales.	
	Prolongements des cellules ganglionnaires.	
Couche ganglionnaire......	Fibres radiales.	
Couche des fibrilles optiques.	Fibres radiales.	
Membrane limitante interne.		
Membrane hyaloïdienne (du corps vitré).		

D'après Muller, la disposition des couches était la suivante :

Couche des bâtonnets, granulations externes, couche intermédiaire aux granulations, granulations internes, couche granuleuse, cellules ganglionnaires, fibres du nerf optique, membrane limitante.

Henle (*Eingeweidelehre*, 1865) divisait la rétine de la manière suivante : couche mosaïque, couche des bâtonnets, limitante postérieure, couche des granulations (granules), couche externe fibreuse, couche nerveuse, couche granuleuse externe, couche ganglionnaire externe, couche granuleuse interne, couche ganglionnaire interne, couche interne de fibres nerveuses et la membrane limitante ou limitante hyaloïdienne.

La couche pigmentaire de la choroïde n'appartient point à cette dernière, mais bien à la rétine. Kölliker (*Entwicklungsgerch*, p. 284, 1861) a démontré que cette couche chez les fœtus prend son origine dans le feuillet externe de la vésicule oculaire primitive, tandis que la rétine naît dans le feuillet interne. Aussi toute la couche des bâtonnets est composée du feuillet interne de la rétine (Babuchin, 1863 ; M. Schultze, 1866 ; Ref, 1868).

Krause (1868) avait observé sur la couche la plus externe des granulations internes, qu'elles diffèrent en plusieurs points. Elles sont un peu plus volumineuses que les autres, et, ce qui est plus important, elles sont unipolaires. Elles n'envoient qu'un seul prolongement à l'intérieur. Cette disposition de granules se trouve exactement sous les ouvertures de la membrane fenêtrée, et les granules isolés débordent même un peu dans ces ouvertures. Le fait, que quelques-uns de ces granules sont en connexion avec les prolongements de cellules ganglionnaires, est confirmé par Kölliker (*Mikrosk. Anat.*, II, 1856) et H. Muller (1856).

M. Schultze (1859) avait objecté que ce prolongement cellulaire paraît, d'après son épaisseur, ressembler davantage à une fibre radiale. Plus tard, par les expériences faites par Ritter (1864) sur une baleine, par Manz (1866) sur une grenouille, et par Hulke (1866) sur les amphibies, cette hypothèse a été généralement confirmée sans avoir atteint cette précision avec laquelle elle est admise aujourd'hui.

Krause (1868) relève la question que, parmi toutes les couches de la rétine, la structure de la couche interne des granules, qui est logée dans l'intérieur de la rétine, serait la seule qui n'aurait pas été suffisamment étudiée, tandis

que toutes les autres couches ont été plus ou moins décrites à l'aide des moyens que possède la science moderne.

On peut affirmer que la couche granuleuse ne renferme pas des cellules multipolaires. Cette couche est traversée de fibres radiales à égale distance. Il est à remarquer, notamment chez les oiseaux, qu'il existe une limite de cette juxtaposition en plusieurs couches ou lamelles, et qui a été déjà l'objet de différentes observations. Krause (1868) se demandait s'il n'y aurait pas lieu de croire à un phénomène purement optique.

Les cellules ganglionnaires sont le seul élément de la rétine dont les connexions anatomiques avec les fibres optiques ont été suffisamment démontrées. Krause pratiqua la résection du nerf optique chez le lapin, afin de savoir quelle est la fonction des corpuscules ellipsoïdes dans les segments. Cette résection lui a permis de trancher plusieurs questions importantes. Il est remarquable que, tandis que les fibres nerveuses subissent une dégénérescence graisseuse, toutes les autres parties de l'œil ainsi que de la rétine, dans lesquelles la circulation continue sans éprouver aucun changement, restent normales. Les segments externes et internes des bâtonnets et des cônes, les granulations externes avec leurs stries transversales, caractéristiques, les fibres des bâtonnets et les fibres des cônes, les cellules de la membrane fenêtrée, les fibres radiales, la couche granuleuse, etc., restent à l'état normal.

La dégénérescence graisseuse des fibres nerveuses se montre à l'angle périphérique du nerf optique, sur les fascicules des fibres nerveuses à double contour que l'on trouve dans la rétine d'un lapin, de même sur les prolongements à simple contour, qui, chez d'autres animaux et principalement chez le lapin, constitue la couche des fibres optiques.

De toutes ces expériences, Krause (1868) a conclu que toutes les parties de la rétine que nous venons de citer n'ont aucune connexion avec les fibres optiques, par conséquent, elles ne peuvent être considérées comme nerveuses. Cependant on pourrait soulever cette objection : les cellules ganglionnaires de la rétine qui ont une circulation sanguine active, ne pourraient-elles pas empêcher la dégénérescence dans des parties externes de la rétine ? Mais il est facile de réfuter cette objection, vu que les cellules ganglionnaires dégénèrent également. Elles n'ont pas la faculté de se protéger elles-mêmes contre la dégénérescence graisseuse, comment pourraient-elles protéger les autres couches de la rétine ?

Les cellules ganglionnaires se troublent par une substance spéciale qui se dépose d'abord au pourtour des noyaux, et se répand ensuite graduellement vers la périphérie, jusqu'à ce qu'elle envahisse toute la cellule. Cette substance est constituée par de petites granulations et peut être constatée dans les prolongements des cellules. Aucune des cellules n'échappe à l'action de cette substance, par conséquent, on peut affirmer que certaines cellules ganglionnaires sont en connexion avec les fibres optiques. — La section du nerf optique, pratiquée sur un coq, a donné les mêmes résultats. Elle a conduit aussi à la démonstration que les fibres nerveuses ayant subi la dégé-

nérescence graisseuse, ne se trouvent point dans l'axe des fibres de cônes. Les granulations des bâtonnets restent également sans avoir subi le moindre changement.

Comme on le prétendait, les gouttelettes huileuses colorées persistent en effet dans les cônes, même à l'état normal, ainsi que les granulations (corpuscules) des cônes caractéristiques par leur stries transverses. Il en est de même des corps ellipsoïdes dans les cônes et les bâtonnets comme les cylindres-axes dans les segments qui, d'ailleurs, ne peuvent plus être considérés comme la terminaison du nerf optique.

En examinant l'œil d'un lapin chez lequel le nerf optique a été coupé trois semaines auparavant, on a remarqué dans les couches internes de la rétine des petits corpuscules en forme de noyaux qui ont subi préalablement une dégénérescence graisseuse. — Probablement ce sont des granulations-corpuscules de la couche granuleuse interne.

Sur une coupe transversale de la rétine, ces granulations n'avaient pu être démontrés.

En résumé, on voit que les bâtonnets et les cônes ne peuvent être les organes constituant l'extrémité du nerf optique, parce que, après la section du nerf optique, ils ne dégénèrent pas ; or, ceci repose sur ce fait que tout le conduit périphérique des cellules ganglionnaires est soumis à la dégénérescence graisseuse. Sans ces confirmations, on n'aurait pu avoir, d'après pareille section, aucun résultat définitif, et par cela, les expériences faites par Lehmann (1857) sont restées complétement en oubli. Pendant que Lent, (1857) faisant ces recherches sur une grenouille, n'arrivait à aucun résultat, Lehmann trouva, vingt jours après la section du nerf optique sur un chien, toutes les couches de la rétine à l'état normal.

La dégénérescence graisseuse des cellules ganglionnaires après la section du nerf optique avait été déjà démontrée par Courvoisier chez la grenouille et le lapin (*Arch. f. mikrosk Anat.*, 1866). Les gouttelettes huileuses qui se montrent dans les cellules ganglionnaires ont été appelées, par Courvoisier, tubercules dégénérés.

Une dernière opposition, c'est-à-dire que le temps qui a suivi la section du nerf optique a été trop court pour pouvoir amener une dégénérescence de la couche des bâtonnets, ce qui a été d'ailleurs contredit par les cas pathologiques chez l'homme. Malgré la dégénérescence du nerf optique et l'atrophie complète des cellules ganglionnaires et de la couche fibrillaire, les bâtonnets, les cônes et les granulations externes, maintiennent dans la rétine leur état normal pendant très-longtemps, à l'exception de cas d'autres affections.

Sur la membrane limitante interne du côté de la choroïde, Steinlin (1866) a décrit un épithélium qui ne doit se prolonger au delà des extrémités des fibres rayonnées.

Pendant que Henle (1865) et Steinlin ne reconnaissent aucune membrane hyaloïdienne séparée de la membrane limitante, Kölliker (1867), M. Schultze (1866) et Krause (1868), affirment au contraire son existence. Ces deux derniers

auteurs ont trouvé cette membrane dans une simple préparation visible à l'œil nu. Elle possède une épaisseur double de la membrane limitante interne et se compose des cellules aplaties, polygonales, renfermant des noyaux que l'on pourrait considérer comme un épithélium sur la membrane limitante interne du côté du corps vitré.

Les moyens dont on se servait pour ces recherches étaient les suivants : H. Muller et Kölliker faisaient usage de bichromate de potasse ; Henle et Manz de l'alcool ; Steinlin, de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique ; M. Schultze de l'acide nitrique et de teinture de l'iode ; Krause, en outre de ces réactifs, se servait encore de chlorure d'or, de chlorhydrate de potasse et d'ammoniaque ; de plus, il employait les alcalins : le carbonate de potasse, l'arséniate de soude, le chlorure de calcium ammoniacal et laissait les bulbes devenus vasculaires, geler dans les mélanges réfrigérants, afin de pouvoir pratiquer les coupes transversales et de préparer les plus fines surfaces.

Maintenant que nous connaissons à peu près la structure de la rétine, nous passerons en revue les détails communiqués à ce sujet par les différents observateurs :

Valentin (1862) avait étudié, à l'aide de la lumière polarisée, la conformation des bâtonnets et des cônes, qui présente une différence réelle avec celle des fibres nerveuses. — H. Muller a combattu le progrès qui a été fait par la découverte de la membrane limitante externe et par la distinction entre les segments internes et externes des bâtonnets chez les Mammifères. La membrane limitante externe ne serait aucunement une membrane, les segments internes n'existeraient que chez les cadavres, exactement comme la direction courbe des fibres rayonnées vers la circonférence de la tache jaune.

H. Muller avait observé chez les caméléons une dépression (*fovea centralis*) qui ne contenait qu'un élément des bâtonnets. On peut facilement distinguer chez ces animaux que les fibres rayonnées sont en connexion avec les cônes ; de plus, on observe qu'elles se terminent à l'angle aigu rentrant, et que ces angles reposent sur la membrane limitante externe. — Chez les oiseaux, on trouve deux dépressions (*fovea*), l'une qui sert à la vision monoculaire, l'autre à la vision binoculaire.

Schiess (1863) prétendait que les bâtonnets chez les grenouilles se composeraient d'une enveloppe contenant une substance jaunâtre ou rougeâtre, analogue à la substance grise, et d'un faisceau central de Ritter. Le même auteur a constaté des faits analogues sur un coq, une chèvre et des poissons. Mais il se servait du bichromate de potasse dans des proportions indéterminées qui ont sensiblement détruit les bâtonnets et n'ont même pas permis de distinguer les segments externes et internes les uns des autres, par conséquent on n'attache aucune valeur à ces confirmations.

Welcker (1863), ayant examiné l'œil d'un homme récemment décapité, avait donné comme le diamètre des cônes dans la fovea centralis à 0,0031 — 0,0036 mm.

W. Krause (1863) a trouvé dans la rétine d'un lézard des bâtonnets et des cônes. Les segments des cônes étaient pourvus de gouttelettes huileuses de

trois différentes couleurs : rouge-orangé, jaune-verdâtre, bleu pâle. La présence de gouttelettes huileuses de ces trois différentes couleurs, caractérisant les cônes chez cet animal, est très-importante, vu les conséquences que l'on a tirées au sujet de la dyschromatopsie, c'est-à-dire qu'il y a trois sortes d'éléments par lesquels s'opère la faculté chromatique. Schelske (1863) démontrait par du nitrate d'argent sur la face antérieure de la membrane limitante interne, une vraie mosaïque formée par les extrémités antérieures des fibres rayonnées. La forme d'après laquelle ces fibres se gonflent est différente : ce sont des renflements aplatis, volumineux, arrondis ou polygonaux quand on les observe de face ; on voit, de plus, une subdivision des fibres en fins réseaux.

Henle (1864) trouvait une différence essentielle entre les granulations externes et internes au point de vue de leur forme. Les premiers sont ellipsoïdes et leur axe tombe horizontalement sur la surface de la rétine. La longueur de cet axe est de 0,006 à 0,007 mm., l'axe transversal est moitié moindre; les granulations ellipsoïdes externes sont pourvues des stries transversales. Ces stries se composent d'une substance prismatique, comme dans les fibres des muscles striés. Les stries transversales se trouvent à la fois chez l'homme, le mouton, le bœuf et chez le cheval. Les granulations sont séparées les unes des autres par l'intermédiaire des fibres qui traversent ces espaces, mais il n'existe aucune communication entre elles, ni entre les bâtonnets. Les cônes, au contraire, se changent très-nettement en fibres de cônes, qui se terminent à la limite interne de la couche granuleuse externe par un corpuscule conique.

L'extrémité de ce corpuscule conique est en connexion avec les fibres des cônes ; leur base présente des prolongements filiformes très-fins. Les mêmes corpuscules ont été déjà décrits par H. Muller chez la carpe, et par Henle chez l'homme. Ces prolongements filiformes, dont nous avons parlé plus haut, forment ensuite une couche fibreuse externe en contact avec leurs fibres. Cette couche fibreuse forme la partie externe de la couche intermédiaire aux granulations. A cause des variétés de la couche granuleuse externe et interne, Henle reconnaît deux couches différentes : une « couche mosaïque, » formée par la couche granuleuse externe et par la couche des bâtonnets, et « une couche nerveuse », qui renferme toutes les autres couches de la rétine, et qui conduit exclusivement les vaisseaux. Les deux couches peuvent être séparées facilement l'une de l'autre, comme l'affirmait H. Muller ; la combinaison de ces deux couches constitue la couche fibreuse externe.

Ritter (1869) basait ces affirmations relativement à la structure de la rétine sur les recherches faites sur les yeux d'une baleine, parce que, dans l'œil d'un animal aussi colossal, tous les rapports essentiels doivent se manifester très-distinctement. Pour envoyer ces yeux des pays du Nord, on les met dans l'acide chromique ; ils arrivent chez nous complétement détruits par la gelée ; les recherches alors n'étaient possibles qu'au moyen d'un fort

réactif (alcool). Il est évident que la préparation a présenté la couche des bâtonnets presque entièrement altérée, et alors tous les rapports ont dû être plus ou moins confondus. Sur ces recherches incomplètes reposent toutes les considérations récemment faites par Ritter. Celui-ci n'a pas trouvé de cônes ni de différence entre leur extrémité antérieure et postérieure dont la réalité est si facile à constater ; Ritter affirmait même, ce qui a été déjà vu par H. Muller et autres, que sur un cône très-distinct d'ailleurs dans l'œil récemment extrait d'une grenouille, on n'apercevait facilement que les cylindre-axes des bâtonnets, que Max Schultze avait déjà signalés. Aussi Ritter n'a pu trouver des bâtonnets chez les oiseaux. Il est évident qu'après de pareilles conditions, on ne peut pas attribuer une grande valeur à la découverte faite par Ritter d'un cylindre-axe dans les bâtonnets d'une baleine. D'après lui, les fibres du nerf optique entrent en connexion avec les cellules ganglionnaires et plusieurs granulations externes et internes, pour se terminer dans les filaments des bâtonnets. Les cellules ganglionnaires sont volumineuses ; elles envoient à la face interne un prolongement sans réseau ; à la face externe, elles envoient plusieurs prolongements qui se subdivisent. Ces derniers réseaux ont 0,0025 mm. de diamètres. Les réseaux volumineux s'épanouissent dans les prolongements internes des granulations internes ; de plus, ils envoient deux ou trois prolongements à l'extérieur. Les couches granuleuses externes et internes ne sont que très-peu séparées chez la baleine. Ritter nomme la couche granuleuse entre les granulations internes et les cellules ganglionnaires, « la couche des fibres externes ». Sur le tissu conjonctif de la rétine, Ritter a des considérations toutes particulières. — Il a trouvé comme élément fondamental des cellules fibreuses à deux branches, les réseaux de ces cellules fibreuses s'entrecroisent tellement qu'il y ait impossibilité de préciser les limites de chaque cellule. Leur combinaison forme ensuite des lamelles très-fines, composées d'une métamorphose vitreuse. Ritter n'a pas pu trouver la membrane limitante externe. Tous ces résultats ont été obtenus à l'aide des préparations alcooliques.

Heinemann (1864) a décrit un tissu connectif tout particulier dans l'œil des oiseaux. Les fibres rayonnées se prolongent jusqu'à la membrane limitante externe. Dans la couche intermédiaire aux granulations, le même observateur a trouvé des noyaux qui étaient en contact avec les fibres rayonnées, des petites cellules contenant des nucléoles au voisinage des granulations externes, et sur la couche des granulations internes, il a trouvé des cellules plus volumineuses qui semblaient être en connexion avec les prolongements des cellules ganglionnaires. Ces petites cellules sont analogues aux cellules que l'on trouve dans cette couche chez les poissons. Dans la couche des granulations externes, on observe chez l'oriolus, sur une grande étendue, des fibres se croisant en toutes directions formant, pour ainsi dire, un tissu conjonctif pourvu des granules, exactement comme le décrivait H. Muller chez les caméléons et les oiseaux de proie au voisinage de la *fovea*.

Hulke (1864) a décrit la rétine de plusieurs reptiles et des amphibies ; il

ne reconnaît pas l'existence du filament de Ritter, dont il considère chez la grenouille comme un segment des bâtonnets. Il se prolonge jusqu'à la cloison des segments externes et est admis par Hulke et Ritter. A l'extrémité externe des segments internes, ce premier auteur a trouvé une petite masse subglobulaire à l'état parfaitement intact, possédant la même propriété réfringente comme le segment externe. Souvent on voit cette masse s'attacher au segment quand l'autre partie du segment interne vient à être détruite. Les fibres des bâtonnets peuvent être suivies à travers la couche granuleuse intermédiaire jusque entre les granulations internes. Les segments externes varient souvent; au début, ils sont pourvus de stries longitudinales; plus tard, ils se tordent, prenent des stries transversales et se subdivisent suivant l'épaisseur.

Dans la couche des granulations internes, il y a trois éléments à distinguer :

1° De nombreuses cellules prismatiques et d'autres plus petites de 1/4500 à 1/6000 se colorant en rouge foncé par le carmin ;

2° Dans la couche granuleuse interne, on distingue des cellules plus volumineuses, d'une forme ovale, arrondie, de 1/1800 à 1/2700. Enfin des cellules longitudinales adhérentes aux fibres rayonnées. Les fibres du nerf optique se perdent en partie dans la direction de la couche granuleuse.

Chez la salamandre jaune et noire, Hulke a démontré la connexion des cellules ganglionnaires avec les tubes nerveux

Chez la couleuvre, on trouve des bâtonnets dont les uns sont longs, d'autres minces. Les cônes au contraire sont plus courts et plus épais, dépourvus des gouttelettes huileuses. Chez l'orvet, au contraire, les cônes contiennent des gouttelettes huileuses d'une couleur vert pâle, ce qui manque dans les bâtonnets qui sont plus longs et moins épais. Chez ces deux animaux comme chez le gecko espagnol, Hulke avait observé la connexion des cellules ganglionnaires avec les fibres optiques. Les granulations externes chez la couleuvre comme chez le gecko, sont placées au même niveau.

Chez la tortue (*Testudo græca*), les cônes sont plus volumineux et pourvus des gouttelettes huileuses rouges, et qu'on ne voit pas dans les bâtonnets. Chez la tortue marine (*Terrapene europeæ*) au contraire, les bâtonnets possèdent des fines granulations, et les cônes sont pourvus de gouttelettes graisseuses rouge foncé, jaunes et vert pâle. Les cônes pourvus de gouttelettes jaunes ont été considérés par Hannover comme des bâtonnets. Les fibres optiques présentent du fluide nerveux.

Le *Chelonia mydas* possède des cônes et des bâtonnets très-développés ; les derniers ont un segment interne très-épais. Le segment externe est pourvu d'une enveloppe distincte. A la partie externe du segment interne, il se trouve une portion moléculaire foncée, séparée de l'autre contenu de ce segment par une ligne brillante. L'acide chromique rend plus apparentes les fibres de Ritter.

Les cônes contiennent des gouttelettes graisseuses rouges, jaunes et vert pâle ; les jaunes se colorent en vert par l'iode. Sur cinquante-six gouttelettes rouges, on a constaté dans l'intérieur de l'axe trente-six jaunes; les vertes sont

les plus rares. Les cellules ganglionnaires sont en connexion avec les fibres nerveuses. Les fibres des cônes et des bâtonnets peuvent être suivies jusque dans la couche granuleuse.

La couche intermédiaire aux granulations est constituée par des fibres larges, les autres déliées et non par des cellules multipolaires (Muller). Les fibres rayonnées externes (Hulke) viennent de la membrane limitante externe, traversent la couche intermédiaire aux granulations et forment à la face externe de la couche granuleuse des hémisphères convexes à l'intérieur ; celles, au contraire, qui viennent de la membrane limitante interne, forment sur le bord interne de la couche granuleuse des hémisphères convexes à l'extérieur.

Ritter (1865) constatait chez l'homme et les mammifères des stries transversales sur des granulations externes, signalées par Henle ; mais il ne les a pas vues chez d'autres animaux. Dans les granulations isolées des Mammifères, ces stries transversales manquent aussi, probablement ce sont des granulations les plus internes et les plus externes d'une rangée que Ritter avait placées parmi les fibres bâtonnets. Les fibres de la couche intermédiaire aux granulations sont considérées par lui comme un réseau de tissu connectif, analogue à celui de la couche granuleuse.

M. Schultze et Rudneff (1865) ont trouvé que le segment externe des bâtonnets chez la grenouille, traité par de l'acide nitrique, prend une teinte noire; dans les bâtonnets des Mammifères, cette action est nulle.

Niemetschek (1865) a décrit le réseau des vaisseaux capillaires de la *macula lutea* chez l'homme.

(La suite à un prochain numéro.)

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

SUR

UN APPAREIL DE CORPUSCULES TACTILES

SITUÉ DANS LE BEC DES PERROQUETS

Par le Dr E. GOUJON.

PLANCHE XII.

La science de l'anatomiste, quelle que soit la branche qu'il cultive, ne doit plus se borner à une simple énumération des parties, de leur couleur, de leur forme et de leurs rapports entre elles; ces connaissances seules ne constituent que la moitié de l'anatomie, et l'on ne peut, avec elles, établir la physiologie, science subordonnée à la première.

Il ne suffit donc plus de connaître exactement la topographie d'un organe, il faut encore pénétrer sa substance propre et autant qu'il se peut le diviser en ses éléments primordiaux.

Ceux qui font de l'anatomie humaine sont franchement entrés dans cette voie d'analyse tracée par Bichat en fondant l'anatomie générale : aussi cette partie de la science a-t-elle fait de rapides progrès. Il n'en est malheureusement pas de même des savants qui se livrent à l'étude de l'anatomie comparée, bien peu encore à l'égard de leur science mettent en pratique les données de Bichat; il est fréquent aussi de les voir insister dans leurs descriptions sur la couleur du pelage, sur le nombre des plumes ou des poils, et omettre de signaler à côté de ces dispositions des détails anatomiques d'une importance plus grande. Il en a été ainsi de l'appareil nerveux dont nous allons nous occuper. L'animal qui le porte a été l'objet de nombreuses études, et notamment son squelette est décrit minutieusement; mais aucun anatomiste n'a étudié avec soin cet appareil sensitif qu'il n'est pas difficile d'observer et dont l'importance n'échappera à personne.

§ 1. — Disposition générale des papilles du bec et de leurs corpuscules.

Les petits corps qui constituent cet appareil sont généralement désignés aujourd'hui sous le nom de *corpuscules de Pacini*, bien qu'ils aient été vus longtemps avant par Water.

Ces anatomistes les observèrent chez l'homme sur le trajet des filets nerveux collatéraux des doigts, etc., où ils ont un volume suffisant pour être distingués à l'œil nu. Ils ont été vus depuis sur le trajet des nerfs radial et cubital, dans le mésentère du chat, dans les muscles, le périoste et beaucoup d'autres régions.

Ils ont été ces dernières années observés chez un grand nombre d'oiseaux, et surtout chez ceux dont le bec est en quelque sorte un organe du toucher (le Canard, l'Oie, la Bécasse); M. Grandry vient d'en faire une étude spéciale chez ces derniers animaux (1). Leydig a constaté leur présence en grand nombre dans l'espace interosseux de la patte de quelques oiseaux, et notamment chez la Lavandière et le Pigeon. M. Vulpian les a aussi signalés à la racine du bec du Pigeon où on les trouve en effet assez facilement; mais chez aucun animal ils n'ont été vus jusqu'à ce jour aussi nombreux que chez le Perroquet, où ils se trouvent disposés par centaines sur chacune des longues papilles qui s'élèvent en grande quantité à la surface de la muqueuse formant la motrice kératique du bec et s'avançant dans la corne de celui-ci. Ces corpuscules concourent à former ces papilles, et par leur mode d'arrangement et leur siége constituent un véritable système sensitif.

Ces petits organes nerveux, qui n'ont pas jusqu'à présent reçu de signification physiologique bien déterminée, en trouveront peut-être une après leur étude chez le Perroquet, si l'on considère les nombreux usages que cet animal fait de son bec qui, malgré sa grossièreté apparente, est un organe avec lequel il peut saisir les objets les plus délicats, qu'il peut à son gré tourner et retourner sous toutes les faces quand il s'aide de sa langue. C'est égale-

(1) Voyez ci-dessus, p. 390.

ment à l'aide de son bec qu'il touche les personnes qui l'approchent et qu'il exerce de fréquentes caresses aux autres oiseaux de son espèce.

Les papilles nerveuses portant les corps dont il s'agit sont visibles à l'œil nu dans toutes les espèces de Perroquets, même les plus petites, où elles se trouvent en même nombre que chez les plus grandes. Elles ne diffèrent chez ces divérs animaux que par le volume. On les voit surtout très-bien sur ceux de ces oiseaux dont la corne du bec n'est pas pigmentée de noir, ce qui existe chez un grand nombre, et l'on ne peut voir alors les papilles qu'après avoir divisé la corne. Pour les observer chez ceux dont le bec n'est pas pigmenté, il suffit de regarder par transparence l'une des mandibules, et l'on voit immédiatement une série de petits cônes rougeâtres disposés très-régulièrement sur tout le pourtour du bec dans l'épaisseur de la corne. Le sommet de ces petites papilles coniques arrive jusqu'auprès du bord libre du bec. Sur la mandibule supérieure, on en compte trente-deux ; les plus longues sont à la pointe du bec ; elles sont également plus rapprochées dans cet endroit que sur les parties latérales où elles diminuent de volume et s'espacent de plus en plus à mesure que l'on approche de l'insertion du bec avec le crâne.

Sur la mandibule inférieure, elles paraissent plus nombreuses ; j'en ai compté jusqu'à quarante disposées de même très-régulièrement, et les plus longues sur le bord antérieur ; dans cet endroit, chez un Perroquet de moyenne taille, elles ont un centimètre de long et la pointe de chacune d'elles arrive jusqu'au bord tranchant du bec sur lequel on peut voir à la loupe une série de petits trous, tous placés à égale distance, et qui correspondent au sommet de chaque papille. Ces petits orifices sont à peu près à un millimètre les uns des autres, tandis qu'à la base, au bord antérieur, les papilles se touchent toutes. La longueur de ces papilles n'est pas proportionnelle à la taille des oiseaux ; c'est ainsi que chez la petite Perruche ondulée (*Psittacus undulatus*, Schœn) dont la taille n'a pas la huitième partie de celle du Perroquet dont j'ai parlé plus haut, les papilles ont un peu plus de moitié de la longueur de celles de ce dernier, et leur diamètre à la base a le tiers de celles du Perroquet le plus gros.

§ 2. — Structure des papilles et de leurs corpuscules.

Si l'on isole une papille chez un de ces oiseaux, ce qui est du reste facile lorsqu'il est récemment mort, on peut observer au microscope, et cela avec un grossissement faible (l'obj. 1 ou même le zéro sont suffisants), un grand nombre de corpuscules de Pacini très-élégamment disposés sur tout le pourtour de la papille, sur laquelle ils forment une grappe (voy. pl. XII, fig. 3). Leur examen sera rendu plus facile et ils apparaîtront bien mieux si l'on prend le soin d'ajouter une goutte d'acide acétique à la préparation. Il existe une très-mince couche de tissu lamineux qui recouvre chacune des papilles et que cet acide fait disparaître promptement et met à découvert tous les petits organes ovoïdes dans chacun desquels on voit immédiatement se distribuer le cylindre-axe d'un tube nerveux. Les deux tiers supérieurs seulement de chaque papille sont recouverts de corpuscules de Pacini ; on ne voit dans le tiers inférieur qu'un gros tronc nerveux dont chacun des tubes nerveux se termine par un corpuscule. Il existe également au centre de chaque papille une anse vasculaire qui va jusqu'à l'extrémité. Chez beaucoup de Perroquets, la base de ces papilles est presque toujours rendue foncée, peu transparente par du pigment noir qui s'y trouve disposé irrégulièrement.

Si l'on fait une coupe très-mince dans la corne du bec, de façon à diviser transversalement plusieurs papilles (voyez la planche fig. 2), on voit les petits espaces triangulaires occupés par chacune d'elles, et il est facile de compter dans chacun de ces triangles, qui représente une coupe très-mince d'une papille, un grand nombre de corpuscules de Pacini. J'en ai compté jusqu'à douze sur une de ces petites coupes. Tous sont disposés à la périphérie de ces petits triangles, c'est-à-dire que l'extrémité du corpuscule est directement en contact avec la matière cornée du bec.

La structure de ces corpuscules de Pacini m'a paru plus simple que celle observée chez les mammifères et même chez d'autres oiseaux. Ainsi il n'existe pas pour ceux-ci un grand nombre de petites capsules superposées et qui concourent à donner à chacun de ces petits corps une grande partie du volume qu'ils ont, je n'ai

pu constater chez le Perroquet que deux de ces petites membranes lamineuses, et l'acide acétique ne rendait les noyaux apparents que dans la plus externe des tuniques. Quant à la terminaison du cylindre-axe dans chacun des corpuscules de Pacini, il est très-facile de l'observer et de reconnaître qu'il ne se termine pas dans tous de la même façon.

On peut observer trois variétés de ces terminaisons; la plus commune est celle représentée par la figure 4. On voit alors le cylindre-axe, qui est très-fin, seul pénétrer au centre du corpuscule et venir se terminer à l'extrémité par un petit renflement aplati. Dans tout le parcours du cylindre-axe dans l'intérieur du corpuscule, il se trouve de chaque côté de ce dernier une rangée de petits noyaux très-régulièrement espacés. Ces noyaux, examinés à un fort grossissement, montrent à leur centre un petit nucléole, et ils ont toutes les apparences de cellules nerveuses. Dans d'autres corpuscules (fig. 5), le cylindre-axe, avant de se terminer également par une extrémité légèrement renflée au sommet du corpuscule, décrit, en venant toucher plusieurs fois la paroi interne, une spirale assez élégante. Cette variété ne renferme pas de noyaux au centre, et l'on ne peut en observer que dans la tunique externe.

En usant d'un fort grossissement, et cela surtout si l'on a pris le soin de faire macérer un instant ces petits corps dans une dissolution faible d'acide chromique ou de chlorure d'or, on voit très-distinctement sur cette variété de corpuscules des stries transversales très-rapprochées et analogues à celles qu'a montrées M. Grandry sur les cellules nerveuses.

Dans la troisième variété (fig. 5), et qui est la plus rare, le cylindre-axe, après avoir pénétré dans le corpuscule, augmente beaucoup de volume, paraît s'aplatir en forme de spatule et se termine par une extrémité arrondie ; on voit aussi très-distinctement sur les bords de cette espèce de renflement du cylindre-axe de petits noyaux allongés, mais plus volumineux que ceux du corpuscule représenté fig. 4.

Ces corpuscules de Pacini sont non-seulement abondants dans l'épaisseur du bec et sur les papilles que nous venons d'étudier, on les trouve aussi abondamment dans l'épaisseur de la langue

de ces animaux où ils sont disséminés et présentent les variétés que je viens d'indiquer. Ils sont aussi fréquents à la racine du bec, et directement sous la corne, dans la peau qui avoisine le bec et presque dans les aréoles osseuses qui sont au-dessous de la matière cornée.

Dans la peau qui recouvre la base du bec, j'ai rencontré une dernière variété qui est représentée par la figure 7 et paraît beaucoup plus simple que toutes les autres. Il ne paraît pas y avoir d'espace entre le cylindre-axe et la membrane enveloppante, et l'on observe simplement le tube nerveux se terminant par un renflement analogue à celui que l'on voit dans l'intérieur du corpuscule représenté par la figure 5.

§ 3. — **Remarques sur le nom donné aux corpuscules nerveux des papilles du bec.**

Il est utile de faire remarquer que si j'ai désigné les petits organes nerveux dont il est question, d'abord sous le nom de *corpuscules du tact*, puis sous celui de *corpuscules de Pacini* (quoique ces deux déterminations désignent généralement en anatomie des organes différents), il est difficile de ne pas admettre que l'un et l'autre nom leur conviennent en raison des rapports qu'ils ont avec les corpuscules de Pacini d'une part et les corpuscules du tact de l'autre.

Ils ressemblent aux premiers par leur forme, la disposition des enveloppes superposées avec leurs petits noyaux longitudinaux, le mode de terminaison du tube nerveux dans leur intérieur.

On peut établir leur analogie avec les *corpuscules du tact*, parce qu'il est incontestable que le Perroquet se sert de son bec et de sa langue pour toucher ; il en est de même du canard, de l'oie, etc., qui possèdent ces petits organes dans leur bec, qui leur sert également d'appareil de toucher et de préhension.

De plus, dans un grand nombre de ces corpuscules du Perroquet, le tube nerveux central se termine de la même façon que dans les corpuscules du tact ou de Meissner, c'est-à-dire par une extrémité renflée comme l'a fait observer M. Grandry.

Je crois donc que la nature des corpuscules que j'ai décrits est propre à faire admettre, comme ayant les mêmes propriétés physiologiques, les corpuscules de Pacini, de Krause et de Meissner; du moins leur étude chez les oiseaux conduit à cette conclusion.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Corpuscules de Pacini observés chez le Perroquet.

FIG. 1. Mandibule inférieure, grandeur naturelle, montrant les papilles nerveuses telles qu'on les voit à l'œil nu.

FIG. 2. Coupe du bec examinée à un fort grossissement. Dans les trois petits espaces triangulaires qui se trouvent au centre, se voient un grand nombre de corpuscules de Pacini.

FIG. 3. Papille nerveuse avec tous ses corpuscules terminaux.

FIG. 4, 5, 6, 7. Différentes variétés de corpuscules de Pacini observés dans le bec, la langue et la peau qui recouvre la base du bec.

FIG. 8. *a,b,c*, coupes transversales de plusieurs de ces petits corpuscules.

NOUVELLES OBSERVATIONS

ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

FAITES SUR UN SUPPLICIÉ PAR DÉCOLLATION

Par M. Ch. ROBIN

Membre de l'Institut.

Le supplicié sur lequel ont été faites, par M. Legros et moi, les observations qui suivent, avait été exécuté à cinq heures précises du matin, le 5 août 1869. Deux heures quarante minutes plus tard, nous avons pu commencer à faire sur lui les observations mentionnées ci-après.

Ce sujet était âgé de cinquante ans, vigoureux, gras, à cou très-court. C'est à cela probablement qu'a été dû ce fait que la section a porté un centimètre environ plus bas que sur les suppliciés dont il a été question précédemment (page 69). Au lieu de trancher le tiers inférieur de la quatrième vertèbre cervicale, ou le haut du disque intervertébral séparant celle-ci de la cinquième, le couteau avait rasé la face supérieure du corps de celle-ci en le laissant du côté du tronc, tandis que l'arc vertébral correspondant séparé du corps de cette vertèbre était resté adhérent du côté de la tête. L'os hyoïde était également resté de ce côté. L'épiglotte était coupée transversalement vers le milieu de sa hauteur. Il en était de même des cornes du cartilage thyréoïde, de sorte qu'une portion de celles-ci se trouvait du côté de la tête et l'autre du côté du tronc avec le reste de ce cartilage.

§ 1. — État des artères et des veines du côté de la tête.

Ces vaisseaux étaient dans le même état que ceux dont il a été question précédemment (pages 70 à 76). Il y avait de l'air dans les artères carotides et jusque dans le tronc des artères faciales. Les vertébrales n'étaient pas nettement coupées; leur section

était irrégulière, à bords filamenteux. Elles contenaient encore un peu de sang avec quelques bulles d'air séparant le liquide en petites colonnes d'un centimètre ou environ de longueur. Ces bulles d'air ne s'étendaient pas jusqu'au tronc basilaire ; celui-ci, revenu sur lui-même, renfermait encore un peu de sang, mais pas d'air.

La partie antérieure de l'hexagone artériel (communicantes antérieures et postérieures) en renfermait au contraire de la manière la plus évidente et notablement plus que le supplicié qui a été l'objet de mes précédentes observations (p. 72). Il était facile de suivre des bulles d'air très-loin dans les artères cérébrales antérieures et moyennes, jusque dans les branches n'ayant plus que quelques dixièmes de millimètre de large.

Les sinus de la dure-mère et presque toutes les grosses branches des veines de la pie-mère, ainsi que leurs subdivisions principales, étaient les unes pleines d'air, les autres parsemées de bulles plus ou moins grosses interposées à de petites colonnes de sang et empêchant leur affaissement. Ces dispositions étaient, en un mot, ce qu'elles sont habituellement sur les suppliciés par décollation.

§ 2. — État des vaisseaux du côté du tronc, état du sang et du cœur.

Les faits que nous avons observés sur ce sujet ne diffèrent pas de ceux que nous avons notés sur les autres (p. 77 et suivantes, § 3).

Signalons toutefois que sur celui-ci il n'y avait pas d'air dans les artères sous-clavières ni dans l'aorte, bien que ces vaisseaux ne continssent presque plus de sang. Cela tenait à ce que l'orifice des carotides primitives était oblitéré par un prolongement conique et filamenteux long de un centimètre, formé par la tunique adventice déchirée, s'avançant au delà de la section nettement circulaire de la tunique élastique. Ce cône, formé par la membrane adventice tranchée par déchirure, plus que par coupure proprement dite, était des deux côtés infiltré de sang et ecchymotique. Du côté du cou, la membrane adventice était comme arrachée de

la surface de la tunique élastique des carotides sur une longueur de 1 à 2 centimètres, aussi la section de cette dernière était nette et l'orifice en était béant.

Du côté du tronc, la section des artères vertébrales était irrégulière, comme mâchée, et la section des veines correspondantes était en quelque sorte confondue avec celle de chaque artère à laquelle elle adhérait.

Les veines jugulaires, sous-clavières, brachio-céphaliques, et la veine cave supérieure étaient pleines d'air. Les oreillettes, le cœur et les vaisseaux pulmonaires étaient dans le même état que ceux du supplicié dont il a été question plus haut (§ 4, p. 81 et suiv.).

Toutefois, le ventricule droit et l'artère pulmonaire renfermaient une plus grande quantité d'air; on suivait facilement de petites colonnes d'air ou des bulles jusque dans les subdivisions de l'artère pulmonaire ayant le volume d'une plume de corbeau environ.

Les veines pulmonaires, au contraire, étaient, comme l'oreillette gauche, affaissées et exsangues.

A huit heures, trois heures exactement après l'exécution, aidé de MM. Maxime Ducamp et Legros, j'ai insufflé de l'air dans l'oreillette droite et dans le ventricule correspondant. A peine l'oreillette, qui était incomplétement remplie, a-t-elle été distendue de manière que l'auricule devînt saillante, que l'auricule et l'oreillette sont entrées spontanément en contraction. Ces contractions avaient le caractère de celles que j'ai déjà décrites (p. 85). Toutefois, elles étaient plus lentes et plus faibles, plus vermiformes, ce qui s'explique par le temps relativement considérable qui s'était écoulé depuis la mort. Néanmoins elles s'étendaient encore de l'auricule jusqu'à la base de l'oreillette. Nous n'avons pu obtenir de contractions du ventricule droit, qui, du reste, en raison d'une perforation accidentelle de la veine cave supérieure près de l'oreillette, n'a pu être complétement rempli d'air, l'insufflation forte, nécessaire pour cela, déterminant une fuite par la perforation dont il vient d'être question.

Après avoir répété ces expériences pendant cinq à six minutes, environ, nous avons rempli d'air l'oreillette gauche par insuffla-

tion d'une veine pulmonaire. Là nous n'avons pu obtenir que de très-faibles contractions, partant de la base de l'auricule et s'étendant au corps de l'oreillette, et ne se manifestant bien que lorsqu'on grattait l'organe distendu. Le ventricule gauche, dur et fortement rétracté, n'a pu être distendu par l'insufflation.

Déjà Haller a résumé avec soin ses expériences et celles des autres observateurs qui ont constaté que l'insufflation de l'air dans le cœur par les veines ou par le canal thoracique (faite sur l'homme par Hunault) était le plus simple et le plus puissant stimulant des contractions du cœur. Haller dit même avoir fait se contracter le cœur d'un chien en le remplissant d'air, bien qu'il fût déjà immobile depuis sept heures et sourd à l'action des autres stimulants. Il cite également Sénac et d'autres observateurs qui auraient vu le cœur se contracter douze heures et plus après la cessation de tout mouvement par le seul fait de sa réplétion à l'aide de l'air. Bien qu'il considère tout le cœur, y compris sa partie musculaire, comme doué d'irritabilité, il pense que sa face interne est surtout douée de cette force suscitant la contraction, et que la face interne de l'oreillette droite l'emporte à cet égard sur les autres parties. (*Elementa physiologiæ*. Lausannæ, 1757, in-4°, t. I, p. 468-469.)

Mais nous avons vu que le contact de l'air avec la membrane interne du cœur ne suffit pas pour susciter, ni même pour entretenir les contractions des oreillettes et des ventricules. En effet, sur ce supplicié et sur celui dont il a été déjà question (p. 84), l'oreillette, à peu près pleine d'air et de sang spumeux, ne se contractait pas malgré ce contact, pas plus que ne se contracte la vessie saine au contact de l'urine quand elle n'est pas assez pleine de ce liquide. Elle restait tout à fait immobile, même lorsqu'on touchait sa surface extérieure. Au contraire, elle se contractait spontanément dès que la réplétion par l'air était complète, et ces contractions continuaient aussi longtemps que durait la réplétion pour cesser avec celle-ci avant l'entière évacuation et recommencer avec elle. La condition essentielle à remplir, pour déterminer la contraction des fibres musculaires du cœur, étant depuis plus ou moins longtemps au repos, est donc au fond la

même que celle qui suscite les contractions de l'utérus, de la vessie, de l'intestin, etc., c'est-à-dire une extension maximum amenée par la réplétion jusqu'à un certain degré de distension des parois qu'elles concourent à limiter (voy. la note p. 469). Mais qu'au lieu d'un liquide comme à l'ordinaire, ce soit un gaz qui les remplisse, la contraction n'est pas moins suscitée, et son rhythme n'est pas changé.

Le rapprochement des faits précédents et de ceux qui ont été signalés plus haut (pages 80 à 86) ne laisse pas que d'avoir une certaine importance. Il montre en effet quel peut être à peu près le temps pendant lequel, après toute cessation des mouvements volontaires dans les cas d'asphyxie par submersion, par exemple, on peut espérer de pouvoir ramener les autres appareils à la vie. La condition essentielle à remplir pour cela est de déterminer la réplétion des oreillettes, et par suite celle des ventricules par le sang, en même temps que par l'un ou l'autre des moyens employés pour la respiration artificielle on fait parvenir de l'air dans les poumons.

Les expériences rappelées plus haut montrent que chez l'homme on peut ainsi susciter des contractions cardiaques trois heures après la mort, dans des conditions d'altération de la substance organisée qui doivent avoir un effet bien plus prompt encore sur les suppliciés que sur les individus qui n'ont pas perdu de sang. Reste toutefois la question de la coagulation plus ou moins prompte de la fibrine du sang qui, lorsqu'elle est survenue (voy. p. 80), met un obstacle absolu au cours régulier et complet du sang, et par suite au retour du fonctionnement général. Mais encore est-il que cette coagulation a toujours été reconnue comme étant, dans la grande majorité des cas, plus tardive lors de la mort par submersion que dans les autres genres de mort.

J'ai constaté de plus sur le supplicié dont il est ici spécialement question, que le sang n'était pas coagulé dans les veines portes, iliaques primitives, fémorales et poplitées, douze heures juste après l'exécution. Bien plus, les globules rouges n'avaient subi aucune modification de forme, et ils se mettaient en piles quelques instants après qu'ils se trouvaient entre les deux lames de verre de

la préparation microscopique, comme le font les hématies du sang récemment sorti des vaisseaux.

Nous avons de plus constaté avec MM. Legros et Onimus que six heures après la mort, les muscles thoraciques étaient encore contractiles sous l'influence des piqûres et de l'électricité, quoiqu'à un degré d'énergie bien moindre que trois heures seulement après l'exécution.

§ 3. — **Remarques sur quelques liquides et solides de l'économie.**

Bile. — La vésicule du fiel contenait environ 25 grammes de bile encore chaude. Celle-ci était remarquable par sa teinte brune (bien qu'elle ne fût pas trouble), quand elle était vue en masse, et elle offrait une teinte verte quand on examinait par transparence la couche mince qu'elle laissait adhérente au verre dans lequel elle avait été reçue.

Sa réaction, l'action de la chaleur, etc., ont été les mêmes que sur celle des autres suppliciés (voyez pages 96 à 98). Son odeur toutefois était à peine sensible, légèrement fade, sans tendance à la production de la sensation nauséeuse.

La muqueuse des canaux hépatique, cystique et cholédoque était colorée en jaune brun biliaire, ainsi que celle de la vésicule. Les unes et les autres étaient tapissées d'épithélium sans cils vibratiles; ce sont les cellules surtout qui étaient colorées.

Fait important pour l'étude de la rapidité avec laquelle ont lieu les modifications cadavériques chez l'homme, l'ouverture de l'abdomen faite dans le but de pratiquer l'examen précédent, trois heures après l'exécution, a montré que le fond de la vésicule était légèrement teinté en jaune verdâtre. Cette teinte, beaucoup plus faible que celle que l'on observe en faisant les autopsies ordinaires, était déjà transmise un peu au péritoine du mésocôlon et de l'extrémité du côlon transverse sur une largeur égale au moins à celle d'une pièce d'un franc.

Une grosse goutte de bile mêlée à une goutte moitié moins volumineuse du sang de la veine crurale a rendu sphériques et plus petites les hématies et les a dissoutes lentement de la périphérie

vers le centre sans les gonfler ni les pâlir, sans même les rendre tous sphériques. Il a fallu de 5 à 6 heures environ pour que la dissolution fût complète. Les globules blancs que contenait le sang ont été rendus plus pâles et gonflés un peu, et en même temps il s'est formé dans leur intérieur de 1 à 3 noyaux pâles et sphériques. Peu à peu, toute la masse de chaque leucocyte s'est dissoute, et au bout de 8 à 10 minutes il ne restait plus que les noyaux formés sous les yeux de l'observateur. Eux-mêmes ont pâlis graduellement, et leur disparition était complète au bout de 25 à 30 minutes environ. Cette expérience, répétée sur les leucocytes du pus d'une conjonctivite et sur ceux de la salive, a donné le même résultat.

L'urine de ce supplicié n'ayant pas eu d'action de ce genre, ainsi qu'on le voit du reste dans tous les cas d'hématurie, j'ai pensé que cette action dissolvante exercée par la bile, malgré la neutralité de sa réaction, était due spécialement au taurocholate de soude, de principe fondamental de la bile quant au poids, etc.

Ayant alors préparé une solution concentrée, sirupeuse de glycocholate de soude cristallisé, j'ai constaté qu'une goutte de cette solution dissolvait en 4 à 6 minutes tous les globules rouges d'une goutte de sang tiré du doigt et d'un volume moitié moindre. Chaque hématie est dissoute presque instantanément quand la solution arrive sur elle en restant assez concentrée. Cette solution agit sur les leucocytes comme la bile, mais son action est plus lente que sur les globules rouges. La masse des leucocytes se dissout avant leurs noyaux, et ceux-ci se gonflent avant de disparaître. Quand la solution concentrée arrive sans mélange notable sur les leucocytes du pus et du sang, l'action est rapide et la dissolution des globules dure à peine une minute. Si elle s'exerce sur des leucocytes dans lesquels l'eau ou l'état cadavérique n'ont pas encore amené la production d'un ou de plusieurs noyaux, leur dissolution a lieu sans que ceux-ci se produisent, et il reste seulement à la place de l'élément dissous quelques granulations rapprochées les unes des autres.

Cette solution pâlit graduellement beaucoup les mucus concrets, sans exagérer ni diminuer leur aspect strié; elle pâlit et gonfle

les fibrilles des faisceaux musculaires striés, et reste sans action manifeste sur les fibres du tissu lamineux ainsi que sur les vésicules adipeuses et les gouttes graisseuses.

Organes génito-urinaires et sperme. — La vessie était pleine d'urine, et cinq heures environ après la mort ne répandait aucune odeur à l'extérieur. Son contenu, que la pression ne faisait pas sortir, a été retiré à l'aide d'une sonde. Il avait une odeur faible d'urine fraîche. Ce liquide était clair et ne contenait ni sucre ni albumine, bien que la substance corticale du rein fût d'un gris jaunâtre très-prononcé, qui tranchait nettement sur la couleur de la substance tubuleuse. La couleur jaunâtre était aussi caractérisée que celle qui est souvent décrite comme pathologique dans quelques autopsies, et fut même considérée au premier abord comme morbide par l'un des assistants, qui fut conduit par là à rechercher l'albumine dans le liquide vésical. Cette coloration coïncidait avec un état granuleux très-prononcé et un grand volume des cellules épithéliales des tubes de la substance corticale. Parmi ces granulations, il en avait qui étaient graisseuses, mais toutes n'étaient pas dans ce cas. La substance du rein n'avait pas l'odeur urineuse qui lui est habituelle dans les autopsies ordinaires.

Avant de pratiquer le cathétérisme on avait exprimé du canal de l'urèthre un liquide blanchâtre, crémeux, sans odeur, qui était entièrement formé de spermatozoïdes s'agitant dans un liquide finement grenu.

La séparation faite avec soin du rectum d'une part, de la vessie, des vésicules séminales et de la prostate de l'autre, ont montré que ces divers organes n'avaient aucune odeur fécale ou urineuse comparable à celle que présentent les viscères et le tissu lamineux du petit bassin dans les autopsies ordinaires (voyez les remarques ci-dessus, pages 100 à 101).

Les vésicules séminales étaient pleines d'un liquide de consistance crémeuse, d'un gris blanchâtre, à peine demi-transparent. Ce liquide a été reconnu par tous les assistants comme étant absolument sans odeur, en dehors d'une très-légère odeur fade de chair fraîche.

Il en a été de même pour le tissu de la prostate fendue en deux et pour le liquide assez coulant qui en a été retiré ; celui-ci était un peu plus opalin que celui des vésicules séminales. Il était constitué comme celui dont il a été question plus haut (voyez ci-dessus, p. 100).

Les conduits glandulaires prostatiques contenaient de petits calculs tétraédriques à angles arrondis, ou sphéroïdaux, formés de couches concentriques, dont un assez grand nombre étaient noirs et opaques, à l'œil nu et sous le microscope, ressemblant à ceux que dans cet organe on a comparés à des grains de tabac qui en parsèmeraient le tissu.

Les indications qui viennent d'être données montrent que le sperme était sur ce sujet d'un aspect assez différent de celui qui a été décrit plus haut (p. 99 à 100). Sa couleur le rapprochait un peu plus du sperme éjaculé, mais il était sans odeur, non visqueux ni filant quoique de consistance crémeuse. Il ne renfermait aucune des concrétions spéciales dites *sympexions* qu'on trouve souvent dans le sperme éjaculé et dans celui des vésicules séminales. Les spermatozoïdes étaient très-nombreux et mobiles.

Le sperme exprimé du canal déférent coupé était blanc, opaque, de consistance crémeuse, entièrement formé de spermatozoïdes se mouvant avec lenteur.

La mince muqueuse des vésicules séminales avait la couleur d'un jaune brun foncé qui lui est ordinaire, et il en était ainsi de la membrane interne de la portion intra-pubienne du canal déférent. Cette couleur tranchait d'une manière remarquable sur la teinte gris opalin du contenu de ces vésicules et du conduit, contenu qui assez souvent offre cette coloration brunâtre due à des granules de ce genre flottant dans son épaisseur ; elle était due à la réplétion de toutes les cellules épithéliales prismatiques de cette muqueuse par des granules jaunâtres foncés, à centre brillant, à contour brun et opaque.

Le tissu testiculaire propre offrait la couleur jaunâtre sciure de bois qui lui est habituelle ; les tubes se déroulaient aisément, et outre l'épithélium qui les tapissait, leur centre était plein de spermatozoïdes et de cellules ou globes de segmentation du vitellus

mâle, isolés ou groupés par deux et par quatre. Ils étaient sphériques, larges de un centième de millimètre comme à l'ordinaire; beaucoup contenaient un spermatozoïde enroulé ou un spermatozoïde en voie de développement dont la tête seule était visible.

Tissu médullaire des os. — Le tissu de la moelle des os longs était opalin, demi-transparent avec une légère teinte rosée qui tranchait sur la couleur jaune de tout le tissu adipeux intermusculaire, sous-cutané et mésentérique. Il était de consistance butyreuse, et chaque incision qu'on pratiquait dans son épaisseur en faisait échapper au moins 6 ou 8 grosses gouttes d'une huile fluide comme l'huile de pied de bœuf, incolore, transparente.

Glandes ou ganglions lymphatiques. — Ce sujet portait des tatouages sur la peau de l'avant-bras droit. Des préparations de M. Goujon montraient bien que la coloration était due à des amas de poussière de charbon incrustés entre les fibres lamineuses de la trame du derme et dans les faisceaux de ces fibres, mais non dans les fibres élastiques de cette trame.

Les ganglions lymphatiques axillaires inférieurs de ce côté avaient à peu près le volume d'une petite noisette, c'est-à-dire plus que le double du volume des glandes correspondantes du côté opposé.

Le tissu de ces dernières avait la teinte d'un gris rosé qui est habituelle. Celui des glandes plus volumineuses du côté droit était marbré de plaques noires à contour mal limité. Le microscope et les réactifs chimiques ont fait reconnaître aisément qu'elles étaient formées par des agglomérations de granules de charbon semblables à ceux qui étaient dans la trame du derme, et qui tombés dans les lymphatiques avaient été amenés et arrêtés dans les glandes correspondantes, ainsi que l'ont montré les recherches de Follin (1849).

Les coupes du tissu frais des ganglions faisaient voir aussi que ces plaques, ou amas de granules de charbon, siégeaient spécialement dans les cloisons séparant les lobules du tissu glandulaire propre et que parcourent les conduits lymphatiques intra-glandulaires. Ces granules, larges de 1 à 3 millièmes de milim., étaient interposés aux fibres et devenaient libres en partie sous l'influence

des manœuvres de la préparation, tandis que d'autres étaient inclus dans l'épaisseur des corps fibro-plastiques fusiformes et étoilés. Il n'y en avait pas dans l'épaisseur des noyaux de l'épithélium glandulaire. Ces noyaux, du reste, étaient tels qu'on les trouve sur les ganglions normaux dans les autopsies ordinaires, et nous avons une fois de plus constaté les différences de volume, de structure et de réactions chimiques qui distinguent ces éléments des leucocytes, différences telles qu'elles ne permettent pas de comprendre qu'on ait pu considérer ces parties comme étant une seule et même espèce d'élément.

Les épithéliums nucléaires des ganglions lymphatiques, ceux de la rate, du thymus et de la thyréoïde ont en effet quelques analogies avec les leucocytes, sous le rapport de l'aspect extérieur résultant de leur forme, de leur volume, de leur couleur, et de leur état finement et uniformément grenu. Un certain nombre aussi de ces épithéliums présente un corps ou masse de cellules très-petit après qu'on les a isolés, qui est comme appliqué sur le noyau, et qui s'en écarte un peu en se gonflant par altération cadavérique ou après l'action de l'eau.

Aussi ces éléments ont-ils été considérés comme n'étant pas des épithéliums, mais bien des cellules de même nature que les leucocytes de la lymphe, du sang, du pus, etc., comme étant de même espèce qu'eux ; par suite les glandes lymphatiques et la rate ont été regardées comme étant les organes formateurs ou sécréteurs de ces éléments qui, au fur et à mesure qu'a lieu leur production, tomberaient dans les lymphatiques ou les veines.

Mais il est pourtant difficile de comprendre qu'une pareille confusion ait pu être faite en présence des différences si tranchées et si faciles à constater qui séparent ces deux espèces d'éléments. Indépendamment de ce que ces épithéliums ont un volume assez uniformément le même et plus petit de 2 à 4 millièmes de millimètre que celui des leucocytes, ils se distinguent aisément de ces derniers à l'état frais, en ce qu'ils ne présentent jamais de déformations et d'expansions sarcodiques. L'état cadavérique et l'eau ne les modifient pas. Ils ne font que gonfler un peu le corps de cellule très-pâle appliqué par quelques-uns de ces noyaux, quand

toutefois le fait existe, car il n'est pas très-commun, mais sans faire apparaître le mouvement brownien des granulations moléculaires incluses dans l'élément anatomique.

Les faits précédents et les suivants sont d'autant plus importants à signaler, que les rapports des capillaires lymphatiques avec les épithéliums nucléaires réunis en groupes ou amas dans la trame réticulée de la portion centrale des ganglions sont tels, qu'il n'est pas impossible que, dans certaines conditions morbides, la mince paroi vasculaire se rompant, il ne tombe de ces noyaux d'épithélium dans la lymphe. Entraînés dès lors avec ce liquide, ils peuvent, si ce fait a lieu, être retrouvés dans le sang et circuler avec ses autres éléments. Mais avant que ce fait fût admis comme fréquent, sinon comme habituel, il serait nécessaire de voir si ces noyaux se trouvent mêlés aux leucocytes dans le réservoir de Pecquet ou dans le canal thoracique, et cela en particulier sur les individus morts leucocythémiques avec hypertrophie ganglionnaire ou non ; ordre de recherches qui n'a pas encore été fait.

L'acide acétique resserre un peu ces noyaux, rend leurs contour plus nets, plus foncés, moins réguliers, quelquefois comme un peu incisés sur un ou deux points, et il rend leur centre un peu plus clair qu'il n'était. Jamais il ne rend la masse de l'élément pâle et plus grosse qu'elle n'était, pas plus qu'il n'y fait apparaître de deux à quatre noyaux ou amas nucléiformes.

Ces diverses actions permettent de distinguer aussi sans grande peine les leucocytes de ces épithéliums nucléaires lorsqu'ils sont mélangés. Ces actions montrent en toutes circonstances qu'ils ont les caractères de difficile altérabilité, et autres, propres aux noyaux en général, aux épithéliums nucléaires en particulier, et aucun de ceux que possèdent les leucocytes, lors même qu'il s'agit des leucocytes très-petits, comme ceux de la vessie ou ceux qui, en voie de se former sur une plaie récente, etc., n'ont pas encore leurs dimensions habituelles. Enfin, sur aucun de ces noyaux, ces réactifs ne font apparaître des modifications telles qu'il soit possible de les considérer comme présentant certains caractères des épithéliums, unis à certains de ceux des leuco-

cytes, comme étant des noyaux d'épithéliums surpris au milieu de quelqu'une des phases de leur passage à l'état de leucocytes.

Les faits qui précèdent s'appliquent du reste en tous points aux cas dans lesquels des noyaux uniques ou multiples dans des cellules plus ou moins modifiées de l'épithélium des muqueuses ou des séreuses enflammées, ont été considérés comme des leucocytes du pus en voie de formation endogène, par scission continue et métamorphoses du noyau de ces cellules. (Voy. Ch. Robin, article Leucocyte du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.* Paris 1869, in-8°, p. 252.)

§ 4.— Sur l'apparition de l'état cadavérique et sur l'état de la peau dit chair de poule.

Au moment de l'ouverture de la poitrine et de l'abdomen, les viscères ne répandaient aucune odeur intestinale, urineuse, etc., même dans le petit bassin. On ne sentait qu'une légère odeur fade de chair fraîche trois heures moins un quart environ après la mort. Mais au bout d'une heure ou deux d'exposition à l'air, l'odeur cadavérique spéciale et caractéristique, qui n'est point celle de la putréfaction, a commencé à se prononcer en même temps que la surface des intestins, des poumons et des tissus mis à découvert perdait son aspect de fraîcheur pour se ternir et se rider un peu.

Notons, en terminant, que la rigidité cadavérique a commencé à se montrer quatre heures et demie après l'exécution, par les muscles des cuisses et du mollet. Ces derniers muscles, mis à nu six heures après la mort, alors qu'ils étaient froids et déjà dans un état de rigidité très-prononcée, se sont pourtant contractés, faisceaux par faisceaux, sous l'influence de l'électricité voltaïque appliquée sous nos yeux par MM. Legros et Onimus.

L'état de la peau, dit chair de poule, qui n'existait pas lorsque nous avons reçu ce sujet, s'est montré successivement sur la peau des cuisses, des bras et des épaules, à compter de 9 heures et demie, c'est-à-dire quatre heures et demie après la mort. Il est devenu de plus en plus prononcé en s'étendant sur une plus grande surface pendant encore une heure et demie environ. On peut voir,

d'après cela et d'après les faits analogues déjà observés (voy. plus haut page 92), que cet état ne peut être considéré comme étant nécessairement suscité par quelque action réflexe sous l'influence d'une impression, ni comme dû à une modification de la circulation cutanée (1).

Les faits constatés ici, où nous avons assisté à l'apparition des modifications précédentes de la peau, rendent compte de ce qui avait été noté antérieurement (p. 92), touchant leur absence, sur le supplicié observé pendant trois heures et quart seulement, et leur développement très-prononcé sur ceux que nous n'avions reçus que 6 heures et 10 heures après la mort. Ces données montrent que l'état de *chair de poule* semble être sur le cadavre un fait de rigidité cadavérique avec contracture finale des fibres musculaires lisses, tandis que sur le vivant il serait un fait de contraction sous l'influence du froid, de certaines impressions, de l'électricité, etc. (Voyez Brown-Séquard, *Société de Biologie*, 1849 et 1850.)

(1) Aux indications données plus haut, pages 80 et 460, sur les contractions des oreillettes convenablement remplies, il importe d'ajouter que, lorsque cette réplétion est poussée jusqu'à distension excessive, les contractions cessent, puis reprennent lorsqu'on rend celle-ci moindre en laissant échapper un peu du contenu. J'ai constaté expérimentalement ce fait sur le supplicié dont il a été spécialement question plus haut (p. 80), et depuis sur des lapins.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES VEINES DE LA VESSIE

ET SUR LES PLEXUS VEINEUX INTRA-PELVIENS

Par M. le Dr P. GILLETTE,
Prosecteur de la Faculté de médecine de Paris.

PRÉLIMINAIRES.

J'ai l'intention, dans ce mémoire qui résume deux mois de dissection, de faire connaître ce que j'ai obtenu dans mes nombreuses injections des veines de la vessie. Cet essai servira de complément aux courts paragraphes que les auteurs ont consacrés à leur description. Peut-être suis-je venu apporter quelques-uns de ces détails qui ne pouvaient, jusqu'ici, trouver place dans une étude générale du réservoir urinaire, telle qu'on est obligé de la faire dans les livres classiques d'anatomie descriptive.

Et d'abord quels sont les principaux moyens dont je me suis servi pour arriver à mes injections?

Le suif coloré et bouillant, poussé chez le même sujet et par la veine dorsale de la verge et par les deux veines fémorales, ne remplit que les gros troncs de la face inférieure de l'organe. Aucun des réseaux de la muqueuse ne peut être injecté par ce procédé.

Les injections partielles, en prenant successivement une à une les veines que l'on rencontre, sont aussi, la plupart du temps, insuffisantes.

Le moyen qui me paraît de beaucoup le meilleur, le plus simple et le moins dispendieux, est celui qui consiste à pousser, par la veine dorsale de la verge, après avoir lié les deux veines fémorales et la veine cave inférieure, 1 litre 1/2 d'eau ordinaire colorée avec du bleu d'outre-mer en poudre ou du jaune de chrome : cette injection pénètre immédiatement dans les vaisseaux les plus fins de la muqueuse qui restent pleins de matière colorante, l'eau

transsudant à travers les tissus. Les gros troncs doivent être aussitôt remplis par une injection au suif de même couleur, ce qui a l'avantage d'empêcher les vaisseaux de moyen calibre de se vider. Nous avons pour toutes nos préparations employé ce moyen et il nous a constamment réussi. Le résultat est si beau avec le chromate de plomb mêlé à l'eau, que les vaisseaux apparaissent en relief comme injectés par un liquide coagulé dans leur intérieur; je parle surtout des veines les plus profondes, les plus petites, c'est-à-dire de celles de la muqueuse vésicale. Les injections d'eau et de minium sont impossibles, ce dernier produit n'étant pas miscible à ce liquide. La même matière, mêlée à l'essence de térébenthine, donne un rouge magnifique, mais une fois injecté, ce liquide transsude partout, colore tous les tissus, et l'on ne peut distinguer les vaisseaux dans la masse. J'ai essayé aussi la glycérine avec une poudre et j'ai obtenu de beaux résultats; mais de tous les moyens, celui que je mets en première ligne est la simple injection d'eau et de bleu d'outre-mer par la veine dorsale de la verge : c'est lui qui m'a toujours donné les admirables réseaux veineux de la muqueuse que je décrirai par la suite.

§ 1. — Aperçu général des veines de la vessie.

Les veines de la vessie constituent par leur ensemble un département remarquable du système veineux général. Elles sont, comme nos injections comparatives nous l'ont démontré, bien plus multipliées que les artères dont elles ne suivent pas la distribution au moins dans bon nombre d'endroits : et dire simplement que ces vaisseaux ont le trajet des artères et se comportent comme elles, c'est être bien loin de la vérité. Ces veines sont d'autant plus nombreuses et les réseaux qu'elles forment d'autant plus déliés que l'on s'éloigne de la superficie pour se rapprocher de la muqueuse où l'organe se trouve en quelque sorte couvert d'un lacis des plus ténus. Nous nous attacherons donc spécialement dans cet opuscule à suivre ces veines dans les diverses couches au milieu desquelles elles cheminent, et nous verrons bientôt qu'au point de vue de l'épaisseur des parois vésicales, elles offrent, sur le

même individu, de nombreuses différences de volume, de forme, de direction, d'anastomoses, etc. Nées de la surface de la membrane muqueuse ou plutôt dans son intérieur, elles vont toutes se terminer, d'une façon générale, dans les veines hypogastriques, soit directement, soit par l'entremise de plexus ; mais hâtons-nous de dire qu'elles communiquent largement avec presque toutes les veines environnantes, des parois abdominales, de la verge, de la prostate, des vésicules séminales, des canaux déférents, des uretères, du rectum chez l'homme : avec celles de l'utérus, des ligaments larges, du vagin chez la femme : tous ces vaisseaux veineux sont donc solidaires les uns des autres, et telle maladie qui influence la circulation d'un des organes précédents peut réagir sur celle de la vessie et réciproquement.

Ces veines ne sont pas aussi régulièrement cylindriques que les artères : leurs parois sont bien plus minces, mais excessivement dilatables, si bien que lorsqu'on fait pénétrer une injection de suif par une canule ayant moins d'un millimètre de diamètre et introduite avec peine dans une veine superficielle, on distend peu à peu le vaisseau et on le voit acquérir le volume d'une petite artère radiale.

Cette dilatabilité et la présence de rares valvules qui sont de plus en plus espacées à mesure que l'on gagne les parties profondes, font prendre à ces vaisseaux un aspect inégal et légèrement moniliforme.

Leur disposition ne varie que peu d'un sujet à un autre : nous avons presque toujours constaté, dans nos injections, qu'elles étaient réparties de la même manière.

Cette étude nous a paru offrir quelque intérêt, parce que ce département veineux semble, pour ainsi dire, suppléer le réseau lymphatique habituel des muqueuses de l'économie, car M. le professeur Sappey, si expert en pareille matière, avoue qu'il a toujours échoué dans ses tentatives d'injection des lymphatiques de la vessie ; or, ces veines sont-elles ici les organes de l'absorption, et cette dernière peut-elle s'effectuer réellement au niveau de la muqueuse vésicale ? C'est une question que nous réservons pour la fin de notre étude.

§ 2. — **Description des veines vésicales.**

De leur origine dans la muqueuse jusqu'à leur embouchure dans les troncs du bassin, les veines de la vessie forment dans chaque tunique de ce réservoir des réseaux bien différents entre eux : aussi, au point de vue anatomique, croyons-nous devoir diviser ces veines en trois couches, à savoir :

Le réseau de la muqueuse, ou profond;

Le réseau intermusculaire, ou moyen;

Le réseau sous-péritonéal, ou superficiel.

Leur distribution n'est point du tout semblable à celle qu'elles affectent dans les intestins : peut-être doit-on l'attribuer à la différence de structure des deux organes : dans les intestins, nous trouvons quatre tuniques (séreuse, musculaire, cellulaire et muqueuse); or, les veines de cette dernière et celles de la musculaire vont toutes former un riche réseau dans la couche celluleuse (tunique vasculaire de Natalis Guillot) : c'est de ce réseau que partent les troncs qui concourent à constituer les mésaraïques. Rien de semblable pour la vessie, et d'abord il n'y pas ici une tunique celluleuse bien accentuée, car il ne faut pas, à notre avis, donner ce nom au tissu lâche, presque séreux, qui s'interpose entre les deux couches les plus internes et qui se prolonge à travers le feutrage de la musculaire pour se continuer avec le tissu sous-péritonéal : exceptons-en, toutefois, le bas-fond où cette couche prend consistance et permet aux deux tuniques d'adhérer fortement l'une à l'autre. Les veines de la muqueuse vésicale sont au contraire tout à fait contenues dans son épaisseur : c'est par elles que nous commençons notre description.

§ 3. — **Réseau veineux de la muqueuse.**

Voici comment je suis arrivé à l'injecter et à le disséquer : on va voir que le procédé est bien facile et que l'éléve le moins exercé peut le répéter lui-même sans aucun aide.

Sur un sujet adulte ouvert et débarrassé de ses intestins, je lie la veine cave inférieure, les veines épigastriques et déférentielles,

et mettant une petite canule de 2 millimètres de diamètre dans la veine dorsale de la verge, la plus grosse et la plus profonde, je pousse 1 litre 1/2 à 2 litres d'eau froide, tenant en suspension assez de bleu d'outre-mer en poudre pour lui donner une belle coloration; l'injection est lancée d'abord avec force, puis doucement et avec uniformité. Des fuites se font par le nez, la bouche et les incisions préalables que l'on a eu soin de pratiquer sur divers points du corps, et presque immédiatement apparaît une arborisation très-fine du péritoine pelvien et surtout de la portion qui recouvre la vessie : ce fait indique que l'injection de la muqueuse est bien réussie. J'enlève le réservoir urinaire en pratiquant la section antérieure des deux branches ischio-pubiennes et je procède à la dissection. Pour cela, l'organe est modérément distendu par l'insufflation; alors, à l'aide de ciseaux, mais spécialement de pinces, je coupe et déchire avec ménagement le péritoine, puis la couche musculaire, me servant souvent de mes doigts pour dédoubler les deux tuniques internes. On comprend combien doivent être minutieuses les précautions que nécessite cette dissection, et quelle est la déception dans laquelle on se trouve quand, après avoir découvert une portion de la muqueuse admirablement injectée, on voit subitement l'organe tout entier s'affaisser par suite d'une déchirure involontaire et intempestive. Voici ce qu'on observe :

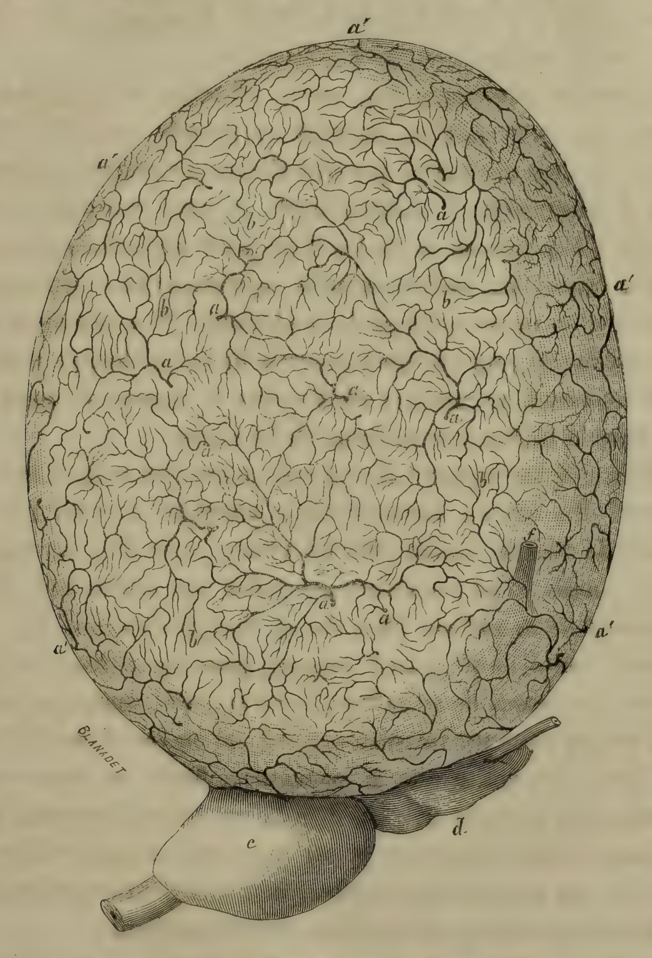
La muqueuse est littéralement couverte d'un beau réseau veineux qu'un œil attentif subdivise en un certain nombre de départements. On l'étudie de trois manières : soit en cherchant, par le décollement des tuniques internes de la vessie, comme je viens de le dire, à conserver à la muqueuse la forme globuleuse que lui a donnée l'insufflation, soit plutôt en détachant la muqueuse par lambeaux que l'on étale avec soin sur des plaques de verre : ces lambeaux se dessèchent, et l'on a alors un beau lacis veineux dont on étudie facilement la disposition par transparence ou sur un fond blanc s'il s'agit d'une injection bleue, sur un fond noir si l'on a pratiqué une injection verte. Examinons ce réseau :

1° Au niveau du corps de la muqueuse;

2° Près du col;

3° Dans le bas-fond et à l'embouchure des uretères.

1° *Au niveau du corps.* (Voyez la figure.) — L'ensemble de ces veines, qui n'ont point encore été décrites par les anatomistes, nous a paru toujours le même, et voici la reproduction de ce que



Réseau veineux du corps de la muqueuse vésicale. (Le péritoine et la musculeuse sont enlevés.)

a. Troncs veineux coupés, qui se dirigent vers la musculaire ; *b*. Chevelu veineux ; *a'*. Troncs contournant la muqueuse ; *c*. Prostate ; *d*. Vésicule séminale ; *f*. Uretère.

nous avons en ce moment sous les yeux : A l'œil nu ou à la loupe, nous voyons une quantité innombrable de vaisseaux qui ont de $0^m,05$ à $0^m,1$ de diamètre, formant un chevelu à la surface de la

muqueuse. Ces veines s'anastomosent les unes avec les autres, de façon à figurer de petits losanges ou hexagones dont les plus fins mesurent $0^{m},3$ à $0^{m},5$: Puis de distance en distance, les vaisseaux deviennent plus gros et convergent pour se réunir en un *tronc principal* (a a.) de $0^{m},25$; $0^{m},3$; $0^{m},5$: il est rare d'en rencontrer dont le calibre atteigne 1 millimètre.

Ces troncs principaux qui, sur la planche, se détachent facilement par leur volume, existent en grande quantité : ils sont séparés les uns des autres par des distances variables (5 millimètres, 1 centimètre, 2 centimètres), et nous pouvons dire que chacun d'eux occupe le centre d'un *petit département veineux* dont la disposition étoilée rappelle vaguement les vaisseaux tourbillonnés, ou *vasa vorticosa* de la choroïde. Une quinzaine de ces compartiments sont représentés sur la figure et chaque tronc principal est coupé au moment où il quitte la muqueuse pour pénétrer dans la tunique musculeuse de la vessie.

Quels sont les rapports de ces veines avec les artères de la muqueuse? Un réseau anastomotique analogue à celui que nous venons de décrire existe pour les artères, qui sont du reste plus déliées, mais il est recouvert par celui des veines qui est plus rapproché de la surface libre de la tunique interne. Les veines qui ont moins de $0^{m},2$ sont uniques pour les artères correspondantes : au-dessus de ce calibre, il y a souvent, mais pas toujours, deux veines pour un vaisseau artériel, et encore l'une d'elles est-elle bien plus petite que sa compagne. Enfin le tronc veineux principal des groupes que j'ai décrits est très-fréquemment double pour l'artère adjacente, et ces deux veines sont reliées entre elles par des anastomoses transversales très-courtes jetées comme des ponts au-dessous du vaisseau artériel médian.

2° *Au niveau du col vésical.* — Près du col de la vessie, nous constatons une tout autre disposition. Il existe en ce point un réseau très-fin, un plexus circulaire dont on peut suivre les mailles sous la muqueuse uréthrale et d'où partent des troncs dont les uns ont la direction des freins postérieurs du vérumontanum, dont les autres vont gagner les parties latérales de la muqueuse vésicale ou le bas-fond de l'organe. Ce plexus si serré

a été injecté au mercure par M. le professeur Sappey, et on peut l'obtenir très-aisément par le procédé décrit précédemment, même quand l'injection générale n'a que médiocrement réussi.

Au milieu des mailles de ce plexus, serpentent de petites artérioles qui convergent vers l'orifice vésical. Elles sont beaucoup plus flexueuses que dans le reste de la vessie, et affectent la disposition hélicine.

L'état variqueux des veines du col est fréquent, surtout chez les vieillards, et leur lésion peut donner lieu à un écoulement de sang abondant : heureusement que dans la taille latéralisée l'incision ne porte que sur la prostate, tandis que généralement le col n'est point divisé, au moins en totalité ; il est écarté ou tout au plus légèrement déchiré, mais point intéressé dans toute sa circonférence, comme nous avons pu nous en convaincre par nos dissections.

3° *Dans le bas-fond et au niveau des uretères.* — Le triangle de Lieutaud est tapissé par un riche réseau à mailles irrégulières communiquant d'une part avec le plexus circulaire précédent, donnant naissance en arrière à des troncs qui s'élèvent perpendiculairement sur la face postérieure de la muqueuse, et fournissant au niveau des deux angles qui correspondent à l'embouchure des uretères des mailles entourant ces canaux, et d'où partent quatre à cinq troncs plus volumineux qui suivent le trajet oblique de ces derniers en s'anastomosant de distance en distance.

Les veines qui constituent les réseaux de la muqueuse de la vessie peuvent être intéressées dans certaines circonstances et fournir une hémorrhagie en rapport avec le volume du vaisseau lésé. Les manœuvres de la lithotritie déterminent parfois des hémorrhagies intrà-vésicales qui sont le fâcheux résultat de la brusquerie de l'opération, et par conséquent de l'inexpérience du chirurgien : de plus, pendant l'exploration avec le cathéter, les malades faisant des efforts involontaires considérables pour expulser le corps étranger, les veines de la muqueuse, qui ont augmenté singulièrement de volume et dont les dilatations sont irrégulières, peuvent se rompre facilement et donner issue à une certaine quantité de sang.

§ 4. — Réseau intermusculaire.

Les troncs qui partent des différents points de la tunique muqueuse de la vessie, et que nous avons examinés, traversent le tissu cellulo-séreux qui unit les deux couches internes et pénètrent la couche musculeuse. C'est principalement sur des préparations fraîches et sur des vessies à fibres musculaires bien développées que l'on peut se rendre compte du réseau qui nous occupe. On voit partout de petites veines suivre parallèlement le trajet des colonnes charnues : les unes sont en dehors des faisceaux, les autres dans leur intérieur et toujours dirigées dans le sens des fibres qui les composent. Ces veinules s'anastomosant entre elles et avec celles des groupes voisins, s'entrelacent en quelque sorte entre les différents faisceaux musculaires ; si bien qu'en examinant à l'œil nu la tunique moyenne de la vessie, ont voit des troncs veineux qui apparaissent dans toute leur netteté et qui, un peu plus bas, masqués par le passage d'une colonne charnue, réapparaissent à côté, parce qu'ils se trouvent de nouveau situés en dehors des faisceaux musculaires. En un mot, le trajet des veines dans cette seconde couche est extrêmement irrégulier, mais cependant il est toujours facile de reconnaître dans bien des points le parallélisme qui existe entre les veinules et les fibres charnues. C'est surtout au niveau de cette couche musculaire que la distribution veineuse est indépendante de celle des artères. Les petites veines sont uniques pour ces dernières, et encore les voit-on bien souvent cesser de les accompagner pour affecter un trajet différent ou pour recevoir l'anastomose d'une veine voisine, puis revenir prendre leur première place auprès du vaisseau artériel; les artères les plus volumineuses sont accompagnées de deux veines dont l'une est toujours plus petite que l'autre.

Lorsque les troncs veineux ont acquis un diamètre de plus d'un millimètre, ils se mettent à ramper dans le tissu sous-péritonéal : nous entrons maintenant dans la description du réseau superficiel.

§ 5. — Réseau sous-péritonéal ou superficiel chez l'homme.

C'est la couche que les auteurs classiques ont eue en vue dans leur courte description : ce réseau, en effet, est composé des troncs les plus volumineux, les plus faciles à observer et qu'il est aisé de suivre jusqu'à l'embouchure. Nous pourrions conserver dans cette étude l'ordre que nous avions adopté pour celle de la membrane muqueuse, c'est-à-dire les décrire au niveau du corps, du col, du bas-fond et des uretères, car des différences bien tranchées existent, pour le réseau sous-péritonéal, dans ces quatre régions de la vessie; nous préférons cependant, eu égard au mode d'abouchement de ces vaisseaux, les diviser en :

Veines antérieures ;

Veines latérales ;

Veines postérieures.

D'une façon générale, les veines antérieures se déversent dans la veine dorsale profonde de la verge immédiatement derrière la symphyse pubienne, les veines latérales aboutissent aux veines hypogastriques, enfin, les veines postérieures vont se jeter dans les plexus serrés qui circonscrivent les vésicules séminales. Examinons chacun de ces groupes en particulier. Après avoir injecté les veines vésicales par le procédé bien simple que j'ai relaté en commençant, on aperçoit, comme je l'ai dit, une arborisation de toute la séreuse pelvienne : ainsi on la rencontre en avant au niveau de sa réflexion de l'abdomen sur la vessie, en arrière sur le cul-de-sac recto-vésical où elle est aussi fine que possible : ce réseau fait partie intégrante, à proprement parler, du péritoine, et constituerait une quatrième couche qui pourrait être dénommée *réseau péritonéal*, car lorsqu'on décolle la séreuse avec soin elle vient avec elle ; nous ne devons pas la décrire comme appartenant en propre à la vessie, car elle n'est qu'une faible portion du grand réseau vasculaire péritonéal pelvien dont les divisions communiquent toutes ensemble. C'est après l'avoir enlevée que nous voyons les gros troncs veineux de la couche superficielle qu'il nous reste à décrire.

Toutes les veines sous-péritonéales, qui ne sont que la continuation des vaisseaux intermusculaires et intra-muqueux, communiquent largement les unes avec les autres par des anastomoses multipliées dont les mailles bien plus larges et plus espacées que celles des couches précédentes laissent apercevoir les fibres musculaires et les veines qui les accompagnent. Ces anastomoses se font par convergence, par communication transversale entre deux vaisseaux parallèles, mais principalement par arcades.

Veines antérieures. — Du volume de 2, 3, 4 millimètres, quand elles sont complétement distendues par une injection solidifiable, elles reviennent tellement sur elles-mêmes quand elles sont vides qu'il est assez difficile de les injecter partiellement : elles ne possèdent que de rares valvules. C'est ici surtout que nous rencontrons des anses anastomotiques très-belles qui se continuent transversalement les unes aux autres en se confondant par leurs extrémités et dont j'ai vu plusieurs séries se superposer dans toute la hauteur de la face antérieure de l'organe.

Une pareille disposition fait bien comprendre comment la circulation veineuse s'effectue librement dans le sens vertical et de droite à gauche.

Ces veines qui, chez les vieillards, sont souvent accompagnées et même masquées par une double traînée cellulo-graisseuse, communiquent avec les veines de la paroi postérieure de l'abdomen : principalement avec les veines épigastriques et avec les branches transversales qui relient ces dernières des deux côtés derrière la symphyse du pubis. Pour constater ces communications, il n'est pas besoin de faire préalablement une injection au suif : chez les sujets un peu âgés, les veines du bassin restent souvent gorgées de sang, et en décollant avec soin le péritoine de la face postérieure du ventre on peut parfaitement les voir ; ces anastomoses expliquent le rétablissement de la circulation par les veines pariétales et leur dilatation considérable quand les troncs pelviens sont oblitérés. N'est-ce pas aussi grâce à cette voie que les révulsifs et les antiphlogistiques appliqués sur la région hypogastrique peuvent agir sur la circulation vésicale, dans la cystite aiguë par exemple ?

Toutes ces veines antérieures se jettent ou bien dans celles des parties latérales et ont le même sort que ces dernières, ou bien dans les troncs situés derrière et au-dessous de la symphyse pubienne. Voici ce que nous avons le plus souvent observé à ce sujet : la veine dorsale profonde de la verge, en pénétrant dans le bassin au-dessous de l'arcade du pubis, se bifurque, et les deux branches en s'écartant pour embrasser le col vésical se dirigent à droite et à gauche en figurant une double arcade à concavité inférieure généralement très-belle qui reçoit les principales veines vésicales antérieures. D'autres veines vont se jeter dans le plexus veineux *pudendalis* ou pubio-vésical dont nous parlerons bientôt.

La présence de vaisseaux aussi volumineux, et surtout des deux gros troncs qui résultent de la bifurcation de cette veine dorsale, peut dans certaines circonstances rendre extrêmement dangereuse la ponction sous-pubienne que M. Voillemier (séance académique, 10 novembre 1868) a préconisée dans la rétention d'urine. Il est impossible, selon nous, que dans cette opération le chirurgien n'intéresse pas au moins quelques-uns de ces troncs si volumineux dont la circulation est singulièrement ralentie par la compression exercée par la vessie elle-même, et qui sont par conséquent gorgés de sang.

Veines latérales. — Les veines latérales de la vessie ne sont parfois que le résultat du fusionnement de celles des deux autres régions : elles forment généralement de chaque côté de l'organe un groupe très-considérable de vaisseaux presque verticaux anastomosés par arcade avec les antérieurs, à angle à ceux de la paroi postérieure, qui vont tous se déverser, soit directement dans la veine hypogastrique par trois ou quatre troncs volumineux, soit d'une manière indirecte dans la même veine par l'intermédiaire des plexus vésical et prostatique. Ces veines ont de nombreuses communications avec celles des canaux déférents et des uretères. Les premières n'offrent rien de particulier ; quant aux secondes, elles sont remarquables : au point où l'uretère s'engage dans les parois de la vessie, on voit ses vaisseaux veineux se confondre complétement avec ceux de l'organe, et l'ensemble des anastomoses

des veines uretérales entre elles et avec celles des régions latérales et postérieure donne lieu à un cercle vasculaire presque complet circonscrivant chacun de ces canaux ; de plus, ces veines uretérales se relient également en partie à celles des canaux déférents. Toutes ces branches anastomotiques, qui acquièrent parfois le diamètre de 1 ou 2 millimètres, constituent une voie circulatoire dérivatrice pour le sang des veines de la vessie, lorsque le déversement ne peut s'effectuer dans les plexus pelviens et les veines hypogastriques.

Nous avons rencontré deux fois dans une veine de la région antérieure une petite concrétion calcaire assez friable (phlébolithe).

Veines postérieures. — Les veines de la région postérieure et du bas-fond de la vessie méritent aussi une description spéciale, car nous les voyons, dans toutes nos injections, affecter la même disposition.

Dans les trois quarts supérieurs du réservoir urinaire, elles sont verticales et parallèles entre elles. Les unes descendent du sommet de l'organe, les autres montent du bas-fond; mais à un moment donné et à des hauteurs variables elles changent de direction, deviennent horizontales pour accompagner par paire une artère également horizontale et aller se confondre avec les vaisseaux de la région latérale correspondante. Dans leur trajet, ces veines s'envoient des branches de communication transversales ou obliques, et d'autant plus nombreuses que l'on se rapproche du bas-fond. Si l'on suit ces vaisseaux avec soin, on les voit se jeter dans la partie antérieure du *plexus séminal.*

Une disposition rencontrée aussi très-souvent est celle que l'on peut désigner en Y : une veine, par exemple, monte du bas-fond où elle communique avec ce dernier plexus et se bifurque bientôt pour donner une branche à chacun des groupes latéraux.

C'est dans l'étude des veines superficielles de la vessie seulement que l'on trouve une similitude à peu près constante dans le trajet des deux espèces de vaisseaux (artères et veines). L'artère, dans bon nombre de cas, a ses deux veines de rigueur ; souvent elle n'en a qu'une ; d'autres fois elle est seule dans une partie de son

trajet, puis une veine vient la rejoindre et bientôt une seconde. Mentionnons enfin le beau réseau veineux plexiforme entourant les deux artères ombilicales qui sont, comme on sait, le lieu d'origine des troncs artériels principaux destinés à la vessie.

La déchirure de la vessie, dit M. Laugier, se fait plus particulièrement à la partie inférieure et postérieure de cet organe. Elle est d'autant plus dangereuse, selon nous, que, comme on vient de le voir, c'est à ce niveau que ce trouve accumulée la plus grande quantité de vaisseaux veineux dont la lésion fournit alors une quantité de sang considérable.

Dance (*Arch. méd.*, 1829, 1re série, t. XIX) a observé un malade chez lequel une grosse épingle fichée par la pointe dans la paroi postérieure de cet organe avait déterminé la lesion ces vaisseaux et par suite une phlébite des veines péri-vésicales et une infection purulente.

§ 6. — **Plexus veineux pelvi-périnéal chez l'homme.**

Les veines que nous venons de décrire, et que nous pouvons supposer partir du sommet de la vessie, où elles forment autour de l'ouraque un cercle anastomotique assez lâche, convergent toutes vers le plancher du bassin. Là, en effet, nous trouvons, étalé sur une large surface d'avant en arrière aussi bien que transversalement, un vaste réseau veineux que sa position nous permet de dénommer *pelvi-périnéal* et que l'on peut, par la pensée, subdiviser en plusieurs compartiments ou plexus secondaires, mais uniquement pour la commodité de la description, car ils communiquent largement les uns avec les autres, n'en font par conséquent qu'un seul et sont aisément injectés par une veine prise au hasard sur l'un ou sur l'autre. Ces plexus secondaires sont, d'avant en arrière :

Le plexus pubio-vésical ou *pudendalis ;*

Le plexus vésical ou vésico-prostatique ;

Le plexus prostatique ou vésico-prostatique ;

Le plexus des vésicules séminales et des canaux déférents.

Tout à fait à la partie postérieure, le plexus hémorrhoïdal com-

plète ce plancher veineux. Voyons quels sont les principaux caractères de chacun d'eux.

a. *Plexus pubio-vésical ou pudendalis.* — Il est formé par la partie postérieure du réseau veineux profond de la verge. Situé en demi-couronne autour de la racine de cet organe, il s'anastomose en haut avec la bifurcation sous-pubienne de la veine dorsale, en arrière et sur les côtés avec les plexus vésico-prostatiques, à l'aide de communications larges et nombreuses. Il entre aussi en connexions intimes avec les veines honteuses internes en bas et en dehors, et avec les veines épigastriques en avant et derrière la symphyse du pubis; il s'anastomose aussi latéralement avec les veines obturatrices et les veines honteuses externes.

b. *Plexus vésico-prostatique.* — Les plexus vésical et prostatique n'en forment véritablement qu'un seul (plexus vésico-prostatique), cependant ils offrent l'un et l'autre certaines différences qui n'ont été mentionnées par personne.

La *portion vésicale* est composée de troncs qui peuvent acquérir par la distension, à l'aide du suif, plus de $0^{m},5$ de diamètre : ils s'anastomosent entre eux à la partie antérieure et se relient les uns aux autres par des ponts transversaux tout autour du col vésical; plusieurs d'entre eux semblent se continuer à plein canal avec les veines des corps caverneux. Ce plexus vésical reçoit en avant des branches antéro-postérieures qui le font communiquer avec le plexus *pudendalis*, en haut et latéralement les veines correspondantes de la vessie viennent s'y jeter. En bas et en avant, existent constamment deux branches d'inégal volume, qui rattachent ces plexus aux veines obturatrices en passant à travers la membrane du même nom qui leur forme une espèce d'arcade; d'autres branches s'anastomosant entre elles ou avec les veines ischiatiques vont se rendre dans les hypogastriques. C'est en bas que le plexus vésical communique complétement avec toute la largeur du plexus prostatique par de véritables bouquets veineux, flexueux et moniliformes, qui se détachent presque à angle droit des gros troncs que nous avons mentionnés tout à l'heure comme appartenant au plexus vésical.

Le *plexus prostatique*, qui entoure la glande à laquelle il doit

son nom, est essentiellement constitué par des touffes de veines anastomosées, plus petites, plus flexueuses, plus moniliformes que celles qui composent le plexus précédent et qui ont trois directions principales. Les unes, verticales, sont celles qui relient les deux plexus (vésical et prostatique) d'un même côté et n'en font qu'un seul; les autres, antéro-postérieures, rattachent ce plexus prostatique d'une part en avant aux veines caverneuses, d'autre part en arrière aux hémorrhoïdales et aux plexus des vésicules séminales ; enfin des rameaux transversaux réunissent celles des deux côtés : de ces amas veineux partent aussi des troncs qui vont contribuer à la constitution des hypogastriques. Tous ces plexus vésicaux et prostatiques, dits plexus de Santorini, formés de veines nombreuses entrelacées et anastomosées entre elles, sont inextricables ; leur dissection est rendue presque impossible, parce que le scalpel ouvre à chaque instant un des vaisseaux qui les composent : il vaut mieux procéder dans ce cas à une dilacération, plutôt que d'avoir recours à une dissection régulière. Toutes ces veines sont de véritables sinus, à parois minces, facilement dilatables. Elles adhèrent d'une façon intime au tissu cellulo-fibreux qui, lorsqu'elles le traversent, leur forme une véritable tunique. Elles se trouvent donc dans des conditions tout à fait spéciales. Quand elles sont coupées, elles restent béantes, rappelant vaguement l'aspect du tissu érectile. De là des hémorrhagies en nappe après la taille, des phlébites dont la moindre cause adjuvante n'est pas le tamponnement énergique que le chirurgien se hâte d'employer pour arrêter l'écoulement sanguin. De là également des infections putride, purulente, etc.

§ 7. — **Plexus des vésicules séminales et des canaux déférents.**

Les réseaux qui entourent les deux vésicules séminales, les canaux déférents et les conduits éjaculateurs sont bien remarquables. Ils sont beaucoup plus fins et plus serrés que les précédents, mais ils offrent à la vue une disposition plus régulière et plus jolie. Leur description détaillée nous entraînerait trop loin : citons les faits les plus saillants.

Les canaux déférents sont accompagnés généralement par une ou deux veines de médiocre volume s'anastomosant entre elles, avec celles des uretères et du plexus vésical ; arrivées aux vésicules séminales avec plusieurs autres qui proviennent de ce dernier, elles se comportent de trois façons : Les unes passent en haut directement de droite à gauche en s'anastomosant à plein canal avec celles du côté opposé : c'est le groupe supérieur. D'autres se distribuent sur la face antérieure des vésicules, c'est le groupe antérieur. Enfin, il existe un troisième groupe, dit postérieur, et voici comment les vaisseaux se comportent dans les deux derniers. Chaque veine, suivie du centre à la périphérie, se répand en une multitude de ramuscules qui peuvent être comparés à autant de pinceaux.

C'est dans le groupe antérieur que se déversent les veines du bas-fond de la vessie. Quant au groupe postérieur, il communique largement avec les plexus prostatique et hémorrhoïdal : on se rappelle en effet combien est serrée l'arborisation qui couvre le cul-de-sac séreux vésico-rectal.

§ 8. — **Veines vésicales chez la femme.**

Chez la femme, les réseaux intra-muqueux et intermusculaires ne présentent rien de particulier : ils sont les mêmes que chez l'homme, mais la distribution des veines superficielles est différente. Les veines de la région vésicale antérieure vont se jeter dans la partie médiane sous-pubienne du plexus vésico-vaginal. Elles communiquent en ce point avec les veines dorsales profondes du clitoris et surtout les veines des parois de l'urèthre. Sur une de nos préparations existait une disposition particulière que nous devons citer : une grosse veine unique de près de $0^m,5$ de diamètre, flexueuse, passait transversalement derrière la symphyse pubienne à la partie antéro-inférieure de la vessie, sur le col de ce réservoir. Cette veine, qui constituait là un véritable sinus transversal, réunissait les deux parties latérales du plexus vésico-vaginal, recevait par sa circonférence supérieure les veines de la paroi antérieure de la vessie qui s'y jetaient presque perpendicu-

lairement, et communiquait en bas et en avant avec les veines uréthrales, clitoridiennes et celles qui vont constituer le bulbe du vagin.

Toutes les veines de la face postérieure qui sont, comme chez l'homme, verticales, et s'envoient des anastomoses de façon à figurer des Y droits ou renversés, vont se confondre avec celles qui occupent la partie antérieure du col utérin et qui représentent le plan moyen et antérieur du plexus utéro-vaginal. Ces communications sont multiples et on peut les suivre jusqu'aux veines volumineuses anastomosées entre elles qui cheminent sur les côtés de l'utérus pour aller former le plexus utéro-ovarique ou pampiniforme. Elles s'anastomosent également avec celles du ligament rond.

Quant aux veines des régions latérales de la vessie, elles sont extrêmement longues, volumineuses et multipliées, et on les suit facilement du sommet de l'organe où en se réunissant à d'autres elles décrivent un cercle complet, vers les parties latérales du plexus vésico-vaginal où elles se jettent ainsi que dans les veines hypogastriques. Elles s'anastomosent avec celles des uretères et par là avec les veines du plexus pampiniforme.

D'après les considérations anatomiques qui précèdent, nous sommes en droit d'admettre que les veines de la vessie sont extrêmement nombreuses, aussi bien dans les couches superficielles de l'organe que dans l'intérieur de la muqueuse. Or, on sait, d'une façon générale, que la richesse du réseau capillaire est en rapport avec l'activité fonctionnelle du tissu dans lequel on l'observe. Quand les fonctions d'une muqueuse sont peu actives, ce réseau y est médiocrement développé. Trouvons-nous dans la vessie une confirmation à la règle? Non, puisque tous les auteurs admettent que l'absorption dans le réservoir urinaire est très-facile : et pourtant la circulation veineuse, d'après ce que nous avons été à même d'observer, y est extrêmement riche...

Ces veines ne serviraient-elles simplement qu'à la nutrition de l'organe et à la déplétion des artères sans jouer aucun rôle dans les phénomènes d'absorption? C'est ce qu'on serait tenté de conclure si l'on s'en rapporte aux expériences que M. le Dr Sucini a

faites sur l'imperméabilité de l'épithélium vésical (th. fac. de Strasbourg, nov. 1864). Cet auteur nie complétement l'absorption vésicale, et prétend que les principes aqueux eux-mêmes de l'urine ne peuvent se résorber dans la vessie. N'attribuer qu'une faible efficacité à cette absorption, c'est, à notre avis, être dans le vrai : les expériences de M. Cl. Bernard, du professeur Kuss, en témoignent ; mais de là à refuser entièrement à la muqueuse de la vessie toute propriété absorbante, c'est aller trop loin : les expériences de MM. Ségalas père et fils et Martineau ; celles de MM. Longet, Bérard, Civiale, Demarquay, prouvent que l'absorption s'y effectue, mais à un degré moins élevé que dans les autres organes.

La muqueuse de la vessie ne contient pas de vaisseaux lymphatiques, c'est là une preuve que l'absorption doit y être faible ; cette muqueuse y est lisse, sans villosités, et possède un épithélium pavimenteux, stratifié, toutes mauvaises conditions pour l'absorption, je n'en disconviens pas; mais, par suite d'une distension plus grande de l'organe, si une pression plus ou moins forte a lieu sur la membrane interne par le liquide contenu dans la cavité vésicale, n'y a-t-il pas possibilité qu'une partie des principes aqueux de l'urine pénètre l'épithélium, quelque épais qu'il soit, et se résorbe? La densité de l'urine dans certaines circonstances le prouve bien, et nous admettons le fait entièrement. Dans ce cas, la résorption ne peut s'effectuer que grâce aux réseaux veineux que nous avons décrits comme appartenant en propre à la muqueuse vésicale.

OBSERVATIONS

SUR

LES EFFETS DES COURANTS ÉLECTRIQUES

SUR LES TISSUS VIVANTS ET SUR LA NUTRITION

Par MM. LEGROS et ONIMUS

Les courants électriques, en traversant les tissus vivants, agissent de deux façons bien distinctes. Ils provoquent d'une part des changements dus aux propriétés mêmes des courants électriques, et d'une autre part ils agissent indirectement en mettant en jeu les propriétés inhérentes aux tissus qu'ils parcourent. La première action est purement physique, elle est le résultat du passage de l'électricité dans un corps quelconque. Sans vouloir nous aventurer dans la discussion de la nature des phénomènes électriques, et rechercher si l'électricité est une forme du mouvement de l'éther, nous pouvons cependant constater que le passage de l'électricité dans un corps conducteur a pour conséquence un changement moléculaire de ce corps, qui, sous cette influence, acquiert des propriétés nouvelles. Si le corps traversé est un corps simple, un métal par exemple, les phénomènes consécutifs au passage de l'électricité sont purement physiques ; si le corps au contraire est composé, le résultat est déjà plus complexe, le changement moléculaire déterminé par le passage de l'électricité suscite en même temps des décompositions ou des combinaisons nouvelles, et aux phénomènes physiques viennent s'ajouter des phénomènes chimiques. Dans les tissus vivants, qui ont leur activité propre, l'influence des courants électriques est encore plus compliquée, car non-seulement les changements physiques et chimiques existent toujours, mais le jeu normal des molécules organiques se trouve modifié.

Nous croyons utile d'étudier séparément ces différentes actions

afin de bien déterminer dans les phénomènes qui accompagnent le passage de courants électriques dans les tissus vivants, ceux qui appartiennent aux courants électriques mêmes, et ceux qui résultent de l'excitation qu'éprouvent les tissus.

EFFETS PHYSIQUES.

I. — Les phénomènes physiques de l'électricité sont la lumière, la chaleur et le transport mécanique des corps en dehors de l'aimentation.

En traversant les tissus vivants, l'électricité ne produit aucun phénomène de lumière, et cela est tellement évident d'après les lois physiques, qu'il serait oiseux d'insister sur ce point.

Cependant la lumière électrique a quelques applications en médecine. C'est ainsi que M. le Dr Millot a cherché à l'employer pour éclairer, pour ainsi dire, l'intérieur du corps. Ses recherches ne sont point encore terminées, mais dans certaines conditions, comme nous l'avons constaté nous-même, on peut par ce procédé distinguer certaines formes des organes internes.

Son appareil consiste dans un tube épais de verre où sont renfermés les deux pôles d'une forte pile. Il introduit ce tube en verre dans les ouvertures naturelles du corps, dans le rectum par exemple, et l'appareil une fois placé, il fait circuler le courant qui produit une vive lumière. Dans les cas favorables, on peut alors apercevoir la place et la forme des organes, tels que la matrice, les intestins, etc.

M. Milliot a également employé la lumière électrique pour éclairer les régions que l'on examine au moyen de spéculums. C'est surtout pour l'examen de l'arrière-gorge et du larynx que cette lumière offre de grands avantages, et qu'elle sera d'une grande utilité pour les médecins.

II. — Il se produit un dégagement de chaleur dans tout conducteur qui, tout en transmettant un courant, présente quelque résistance à son passage. Les tissus vivants étant des corps mauvais conducteurs, se trouvent naturellement dans ce cas. Nous avons essayé de constater ces effets, et nous avons d'abord employé

pour cette étude un appareil thermo-électrique. Nous espérions, d'après nos premiers essais, avoir trouvé des résultats assez marqués, mais nous reconnûmes bientôt notre erreur, car les déviations de l'aiguille du galvanomètre étaient dues à des courants électriques, et non à des changements de température. Cette cause d'erreur étant toujours à craindre dans des expériences de ce genre, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre, nous eûmes recours à des thermomètres très-sensibles. M. Walferdin voulut bien mettre à notre disposition des thermomètres qui accusent plus d'un centième de degré; mais, même avec ces appareils, nous n'avons pas pu constater, d'une manière bien exacte, des différences de température dues au passage de courants électriques (1). Les conditions, d'ailleurs, dans lesquelles on est placé, sont très-mauvaises pour qu'on puisse évaluer si le passage d'un courant élève la température par cela seul que les tissus sont mauvais conducteurs. D'abord, les tissus sont toujours imprégnés de liquides, ce qui rend les changements de température moins considérables, et d'un autre côté, sur les tissus vivants, on détermine constamment du côté des muscles ou de la circulation des effets physiologiques qui sont accompagnés de chaleur ; même sur les tissus morts on provoque des décompositions chimiques, de sorte que l'on ne sait jamais ce que l'on doit attribuer à la seule influence du passage de l'électricité (2).

La chaleur développée par le passage d'un courant électrique, dans un corps purement conducteur, tel qu'un fil de platine, est utilisée en chirurgie. Nous ne pouvons que signaler ici cet emploi de l'électricité qui, dans bien des circonstances, est d'une grande utilité.

III. — Les phénomènes de transport d'un pôle à l'autre sont utiles à connaître en médecine, car ils trouvent de nombreuses applications. On sait que l'on admet que le courant va du pôle positif au pôle négatif. Ce qu'il y a de certain, c'est que des

(1) Que M. Walferdin nous permette de lui témoigner ici toute notre reconnaissance pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu mettre ses instruments à notre disposition et nous aider dans nos recherches.

(2) M. M. Schiff croit pouvoir affirmer que le passage presque instantané d'un courant d'induction à travers un nerf échauffe ce nerf d'une façon appréciable.

particules matérielles sont transportées du pôle positif au pôle négatif, comme cela est, par exemple, très-manifeste dans les charbons que l'on emploie dans la lumière électrique.

Nous ne voulons pas mentionner dans ce paragraphe l'emploi de l'électricité pour l'extraction des métaux proposé par M. Pœy; ni d'autres transports de substances à l'un ou l'autre pôle d'une pile, car ces phénomènes dépendent surtout d'actions chimiques. Mais nous insisterons avec quelques détails sur les faits suivants que nous avons vérifiés plusieurs fois, et qui nous semblent importants en médecine.

Dutrochet avait déjà parfaitement vu que les courants électriques augmentaient les phénomènes d'endosmose. Voilà l'expérience la plus simple : On prépare l'endosmomètre comme d'ordinaire, c'est-à-dire, que l'on plonge dans un vase rempli d'eau un tube rempli d'eau gommée et fermé à une de ses extrémités par une membrane animale, ou par du papier-parchemin.

Dans les conditions ordinaires, on voit le niveau de l'eau gommée s'élever peu à peu par l'introduction de l'eau dans le tube. Si l'on place le pôle positif dans l'eau pure, et le pôle négatif dans l'eau gommée, les phénomènes d'endosmose se font plus vite, et le niveau dans le tube s'élève rapidement.

Mais au contraire, si l'on met le pôle positif dans l'eau gommée et le pôle négatif dans l'eau pure, le niveau, loin de s'élever dans le tube, baisse dans une assez forte proportion. Les lois de l'endosmose sont donc complétement renversées par l'influence du courant électrique.

Pour bien constater ces phénomènes, nous avons fait les expériences suivantes :

Nous avons pris trois vases remplis d'eau pure, et dans chacun d'eux nous avons plongé un tube rempli d'eau gommée et fermé à sa partie inférieure par une membrane formée par du papier-parchemin. Dans le premier tube nous mettions un des pôles, et le vase dans lequel il plongeait était mis en communication avec le second vase par un fil métallique. Ce second vase communiquait par un autre fil métallique avec le troisième vase dans l'endosmomètre duquel se trouvait l'autre pôle. Le courant électrique

passait ainsi par les trois vases et par les endosmomètres. Un quatrième vase, muni d'un endosmomètre identique, était placé à côté, mais sans qu'on y fît passer de courants électriques, afin que l'on pût bien constater l'action normale et les différences dues au passage des courants.

Toujours et cela proportionnellement à l'intensité du courant et au temps d'application, le niveau s'élevait du côté du pôle négatif et descendait du côté du pôle positif.

Donc, contrairement aux lois de l'endosmose, le niveau baissait dans le liquide plus dense, ce qui est une preuve bien évidente de cette action de transport des courants électriques du pôle positif au pôle négatif.

Le vase intermédiaire, ne présentait aucune différence et le niveau s'élevait dans cet endosmomètre dans les mêmes proportions que dans l'endosmomètre normal. Peut-être, cependant, existait-il une légère différence en faveur de l'endosmomètre parcouru par les courants.

En renversant la position des liquides, l'effet inverse se produisait, c'est-à-dire qu'en mettant le liquide le plus dense dans le vase, et l'autre dans le tube endosmotique, on obtenait dans l'endosmomètre normal et dans celui qui unissait les deux extrêmes une descente, plus ou moins prononcée. Dans le tube au contraire où plongeait le pôle positif, la descente était le double, le triple et plus, de celle qui avait lieu dans les conditions ordinaires. Dans le tube, où se trouvait le pôle négatif, le niveau au lieu de baisser s'élevait de plusieurs millimètres.

Enfin, en employant le même liquide des deux côtés de la membrane endosmotique, afin de n'avoir plus de phénomène d'endosmose, on obtient toujours une élévation de niveau du côté du pôle négatif et un abaissement du côté du pôle positif. Dans ce cas, l'abaissement est plus considérable et l'élévation moins considérable que lorsque l'on agit sur des liquides d'inégale densité, et que les pôles sont plongés dans le liquide le plus dense.

Nous avons employé pour ces recherches 12 à 14 éléments Remak et des éléments au sulfate de plomb. La durée d'action était de 20 à 24 heures.

Voici quelques chiffres. En une heure et demie avec trente

petits éléments sulfate de plomb, le niveau monte du côté du pôle négatif de 18 millimètres. Dans le vase intermédiaire, le niveau monte de 1 millimètre, et dans l'endosmomètre où se trouve le pôle positif, le niveau descend de 4 millimètres. Le tube étant renflé à sa partie inférieure, la partie endosmotique a 30 millimètres de diamètre, et le tube 6 millimètres de diamètre.

Avec la même disposition d'appareil et en employant dix éléments Remak, pendant 20 heures, le niveau s'élève du côté de l'électrode négatif de 70 millimètres, et il baisse de 23 millimètres du côté de l'électrode positif. Dans le vase intermédiaire, le niveau s'élève de 14 millimètres, et dans un quatrième endosmomètre, par lequel ne passe aucun courant, le niveau monte dans le même temps de 12 millimètres.

Il nous a paru très-important de rechercher, dans ces mêmes conditions, l'influence des courants induits. L'extra-courant seul, et cela se comprend, car seul il est orienté, nous a donné des phénomènes un peu analogues. Avec des courants très-forts, et dont nous prolongions l'action au delà de vingt-quatre heures, c'est à peine, si nous parvenions à constater une différence entre les deux pôles.

Nous pouvons résumer ces expériences dans le tableau suivant :

	Endosmomètre normal (sans influence électrique).	COURANTS CONTINUS.		EXTRA-COURANT.		Courants induits de premier ordre.
		Pôle positif dans endosmomètre.	Pôle négatif dans endosmomètre.	Pôle positif dans endosmomètre.	Pôle négatif dans endosmomètre.	
Solution de gomme dans l'endosmomètre. Eau dans le vase extérieur.	Le niveau monte.	Le niveau baisse.	Le niveau monte beaucoup plus.	Le niveau monte, mais peut-être un peu moins que normalement.	Le niveau monte, mais peut-être un peu plus que normalement.	Le niveau monte comme normalement.
Solution de gomme dans le vase extérieur. Eau dans l'endosmomètre.	Baisse.	Baisse plus fort.	Monte.	Baisse ; légère différence avec normal ?	Baisse ; légère différence avec normal ?	Baisse.
Eau dans le vase extérieur et dans l'endosmomètre.	Rien.	Baisse.	Monte.	Rien ?	Rien ?	Rien.

Au lieu d'employer des tubes séparés par du papier à endosmose, nous avons fait les mêmes expériences avec des œufs dont nous cassions la coque près de la chambre à air, et dont nous maintenions intacte la membrane propre de l'œuf. Nous avons obtenu les mêmes résultats, seulement dans ce cas, la coagulation de l'albumine présente de grands inconvénients.

Évidemment dans tous ces faits, il y a plus qu'une simple action physique, il y a encore une action chimique énergique, mais au point de vue médical, il est d'une importance capitale de connaître cette action des courants électriques. Dans ces phénomènes d'ailleurs, nous voyons déjà une différence très-tranchée entre les courants continus et les courants induits. Les uns ont une action de transport tellement considérable qu'elle s'effectue même contrairement aux lois de l'endosmose. Les autres, au contraire, n'ont, au moins dans les conditions où ils sont employés en thérapeutique, aucune influence de ce genre.

C'est sur ce principe que Remak se fondait lorsqu'il conseillait de mettre le pôle positif sur les parties œdématiées, et le pôle négatif plus haut sur des parties saines. Certes, l'idée est logique, et en effet, ce mode d'application donne de très-bons résultats, mais comme nous l'avons dit plus haut, dans les tissus vivants, les phénomènes sont toujours plus compliqués. Nous avons observé dans des expériences sur la circulation que les vaisseaux se resserraient près du pôle positif, et qu'au contraire ils se dilataient près du pôle négatif, et cette action purement physiologique contribue pour une grande partie, à faire disparaître le gonflement et à entraîner les humeurs qui rendent les tissus plus ou moins œdémateux.

L'influence dans ces cas serait donc due à deux actions, l'une purement physique et l'autre vitale, mais toutes deux, loin de se nuire, s'ajoutent au contraire.

Lorsque le sang dans les vaisseaux est complétement soustrait au cœur et à l'action de la contractilité artérielle, on peut y déterminer pendant quelque temps des mouvements de translation qui ont toujours lieu du pôle positif au pôle négatif. Nous avons observé au microscope sur des capillaires, appartenant à des

tissus fraîchement séparés de l'animal des mouvements de ce genre. Le sang, avant sa coagulation, étant immobile dans les vaisseaux, on aperçoit, au moment où l'on applique les pôles, la circulation reprendre quelques instants avec assez d'énergie, et le courant sanguin est toujours dirigé vers le pôle négatif.

Sur la peau dénudée par deux petits vésicatoires, on place d'un côté le pôle positif de vingt éléments Remak, et sur l'autre le pôle négatif. Dix minutes après l'électrisation, la plaie en contact avec le pôle positif était sèche tandis qu'il s'était formé une nouvelle ampoule assez considérable du côté du pôle négatif.

Une expérience un peu analogue a été faite par Alexandre de Humboldt en 1795, sur lui-même. Il se fit appliquer sur la région des deux omoplates deux vésicatoires. En perçant les phlyctènes, le liquide séreux qui s'en écoula était incolore, mais ayant fait recouvrir la plaie droite d'une mince plaque d'argent, dès que le conducteur du pôle zinc fut mis en contact avec cette plaque, il ressentit une cuisson très-douloureuse, qui fut suivie d'un nouvel écoulement de liquide. Au grand étonnement des assistants, ce liquide présenta au bout de quelques secondes une colocation rougeâtre, et dans les endroits du dos où il s'écoulait, il se formait sous son passage des raies bleues rougeâtres. La plaie du côté gauche contenait, par contre, un liquide tout à fait incolore. »

Cette expérience nous montre en même temps, l'influence du courant voltaïque sur la circulation, car « les raies bleues rougeâtres » ne sont autre chose que les vaisseaux sanguins tuméfiés. D'ailleurs, de même que dans les phénomènes physiques de transport d'un pôle à un autre, il est difficile de démontrer qu'il existe un effet mécanique particulier différent de l'effet électrolytique chimique; de même pour les tissus vivants, il est impossible de bien séparer ce qui est dû à la seule action physique du courant, de celle qui résulte de l'augmentation de la circulation aux points d'application des électrodes.

IV. — A côté de ces phénomènes physiques, il en est encore quelques autres dont les propriétés ont été utilisées en médecine.

C'est ainsi que, dans certains cas, on a proposé d'employer les

aimants pour attirer au dehors des corps étrangers métalliques, fixés dans les tissus. On peut également, au moyen des courants électriques, reconnaître si une balle, par exemple, est restée dans les organes, et tout récemment en a fabriqué un petit appareil spécial pour cet usage. Enfin, en terminant ce chapitre, nous croyons utile de mentionner encore :

Que le passage des courants dans des fils de platine les rétrécit, et que l'on a souvent constaté que les fils de cuivre qui servaient de conducteurs devenaient très-cassants. Mais sous ce rapport, il y a une différence très-grande entre les courants induits et les courants continus. M. Rhumkorff nous a assuré que les fils de cuivre qui servaient à transmettre des courants induits se cassaient bien plus souvent et plus promptement que ceux qui servaient à transmettre des courants continus.

EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS.

I. — Les actions chimiques que produisent les courants électriques consistent principalement dans des décompositions. Ces décompositions dépendent du nombre et de la grandeur des éléments de la pile, et elles sont soumises à des lois découvertes par Faraday.

Les substances organiques sont décomposées par les courants, et l'on peut ainsi en séparer les principes immédiats. Sur une feuille de laurier, Davy, en faisant passer un courant très-énergique, trouva de l'acide cyanhydrique au pôle positif et un mélange de chaux, de résine et de matière colorante verte au pôle négatif. MM. Couerbe et Pelletier ont pu séparer ainsi la morphine d'une dissolution d'opium. Sur des muscles détachés du corps et soumis pendant plusieurs jours à un fort courant, on obtient du côté de l'électrode positif des acides sulfurique, phosphorique, chlorhydrique et azotique, et du côté du pôle négatif des alcalis, de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque.

Les courants électriques, en traversant les substances organiques, décomposent donc les sels qui s'y trouvent selon les lois

ordinaires de l'électro-chimie. Cette action a été utilisée en chirurgie surtout. On peut en effet, et cela se conçoit à priori, au moyen de courants assez énergiques décomposer les sels qui se trouvent dans les tissus, et obtenir au pôle positif une cautérisation due aux acides qui viennent s'y rendre, et au pôle négatif une cautérisation faite par les alcalis. Le fait est facile à constater, et l'on observe ainsi du côté de l'électrode positif une eschare, rougissant le papier de tournesol, et offrant tous les caractères de la cautérisation par les acides ; à l'électrode négatif, l'eschare est molle, et bleuit le papier de tournesol. La mollesse de cette eschare peut être quelquefois (très-rarement) le point de départ d'hémorrhagie ; c'est ainsi que sur un pigeon dans l'encéphale duquel nous avions fait pénétrer deux aiguilles, et fait passer un courant pendant dix minutes, nous avons constaté après la mort, qui eut lieu trois heures après l'électrisation, que l'animal avait succombé à une hémorrhagie qui avait eu lieu près de l'eschare du pôle négatif. L'eschare produite par le pôle positif était au contraire sèche et exsangue.

L'électrolysation a été employée en chirurgie dans plusieurs occasions, et c'est M. Ciniselli qui le premier a appelé l'attention sur ce procédé. Mais, comme le fait justement remarquer M. Nélaton, dans la plupart des cas, où M. Ciniselli s'est servi de l'électrolysation, il eût pu avoir recours aux moyens usuels dont dispose la chirurgie.

Il faut donc recourir à la cautérisation électro-chimique, surtout dans les cas où les autres agents ne peuvent être employés avec autant d'avantage, comme cela a lieu pour des tumeurs vasculaires, ou pour des polypes situés à l'intérieur des organes. La cautérisation électrolytique est un moyen puissant de destruction, et de plus, le chirurgien peut en limiter l'action à son gré. M. Nélaton a montré l'utilité et le mode d'emploi de cette méthode, dans l'électrolysation des polypes naso-pharyngiens, et dans une note présentée à l'Académie des sciences, M. Nélaton conclut ainsi : « Une tumeur volumineuse, très-vasculaire, donnant lieu à des hémorrhagies au moindre contact, située profondément dans le pharynx et les fosses nasales, tumeur qui avait

été attaquée sans succès par les agents les plus énergiques, a été détruite en six séances, par l'implantation de deux électrodes dans sa masse. Cette opération a été faite sans effusion de sang, et n'a provoqué chez le sujet qu'une douleur facilement supportée. On n'a pas eu à constater de retentissement fâcheux sur l'encéphale ; enfin la destruction a pu être circonscrite dans les limites que l'opérateur s'était imposées. »

Ajoutons encore une remarque utile à rappeler aux médecins : une des lois des décompositions électro-chimiques nous apprend que la quantité de substance décomposée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe dans un temps donné.

D'après cette loi, les décompositions des tissus obtenues par l'électrolyse sont les mêmes que les extrémités des électrodes soient simples ou composées de plusieurs parties. C'est ainsi, comme nous l'avons expérimenté, que si trois ou quatre aiguilles implantées dans les chairs et communiquant toutes avec le même pôle donnent chacune au bout de cinq minutes une eschare d'un centimètre carré, une seule aiguille donnera pendant le même temps une eschare de 3 ou 4 centimètres carrés. Il n'y a donc nul avantage, au moins au point de vue de la quantité de substance décomposée, à employer un grand nombre d'aiguilles communiquant avec le même pôle.

II. — Il faut se rappeler d'un autre côté que dans les décompositions électrolytiques, les éléments séparés apparaissent seulement à la surface des électrodes. L'expérience suivante faite par Davy démontre ce fait d'une manière très-nette. Trois vases étant réunis deux à deux par une mèche de coton imbibée d'eau, on met dans le premier vase une dissolution d'un sel neutre alcalin, et dans les deux autres de l'eau distillée. Le liquide des trois vases est coloré avec du sirop de violettes. Dès que le courant est établi, la liqueur se colore en vert près du pôle négatif et en rouge près du pôle positif, ce qui montre que la base du sel s'est rendue à l'électrode négatif, et l'acide à l'électrode positif. Le liquide qui se trouve dans le vase intermédiaire ne change pas de couleur, quoiqu'il ait dû être traversé par l'acide ou la base selon la disposition des pôles dans les vases extrêmes.

Nous avons essayé de profiter de ce transport des éléments à la surface des électrodes, pour augmenter l'énergie des cautérisations électrolytiques. Il est évident que si l'on introduit dans le courant un sel, tel que l'iodure de potassium, l'iode ira au pôle positif et la potasse au pôle négatif, où chacun de ces corps cautérisera les tissus ambiants. Si donc au lieu d'appliquer un des pôles directement sur l'épiderme on le met en contact avec une solution d'iodure de potassium qui servira à transmettre le courant, il y aura, dans ce cas, décomposition de l'iodure de potassium et l'iode ira au pôle positif. C'est en effet ce que nous avons obtenu sur différents animaux, et nous avons pu constater la présence de l'iode au moyen de l'eau amidonnée. Dans d'autres expériences, nous avons observé des phénomènes analogues ; en imbibant des éponges avec une solution d'azotate de potasse, et en se servant de ces éponges comme électrodes négatifs, nous avons pu constater, et par la vue, et très-facilement par l'odeur, un dégagement assez abondant d'acide azotique près du fil de platine qui communiquait avec le pôle positif de la pile. Ce fil de platine était introduit sous la peau à 10 centimètres de l'électrode négatif.

III. — Pour démontrer que la cautérisation est due à la seule présence d'acides où d'alcalis aux environs des pôles, nous avons placé près du pôle positif du carbonate de soude, et près du pôle négatif un acide faible, tel que l'acide tartrique. Dans ces conditions, il y a bien un léger changement dans la transparence des tissus, mais il ne se forme plus d'eschare. Au point de vue chimique, les eschares produites par l'électrolyse sont donc dues uniquement aux acides et aux alcalis qui se forment aux électrodes, et seraient obtenues également en employant directement un acide ou une base.

Mais, en même temps que les courants électriques produisent des décompositions aux deux pôles, ils agissent physiologiquement sur les tissus qu'ils traversent, et si les eschares ne présentent aucun caractère qui ne puisse être obtenu tout aussi bien par d'autres acides ou d'autres alcalis, il faut reconnaître avec M. Ciniselli : « que les effets chimiques du courant électrique ne se limitent pas à la cautérisation, mais qu'ils s'étendent à l'inté-

rieur des tissus ; que la diminution des tissus pathologiques traités par la galvano-caustique chimique n'est pas proportionnée à la destruction matérielle opérée ; qu'elle est toujours plus grande et continue encore quelque temps après la chute des eschares. »

M. Scoutetten a également observé que dans le traitement de l'hydrocèle par l'électrolyse, il disparaissait plus de liquide qu'il n'en était décomposé par le courant. Une partie, et la plus grande partie est donc résorbée, et comme les courants électriques ont une grande influence sur la circulation et sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, il n'y a rien d'étonnant que leur action ne se borne pas aux seules décompositions apparentes.

IV. — La décomposition des sels métalliques et le transport des éléments aux électrodes, ont été utilisés par M. Poey pour extraire du corps les substances métalliques qui se trouvent dans l'organisme. Mais quoique théoriquement cette application soit juste, il est impossible de l'employer en pratique. On ne songe pas à la petite quantité métallique qui se trouve dans le corps, soit dans l'intoxication saturnine, soit dans l'intoxication mercurielle. Pour amener ces corps hors de l'organisme, il faudrait employer un courant d'une intensité telle qu'il serait impossible à supporter. D'ailleurs, le métal le plus répandu dans l'économie animale, le fer, serait également amené au dehors, et le remède serait ainsi pire que le mal. M. Pélikan et Savvilief de Saint-Pétersbourg, qui se sont beaucoup occupés de ce sujet, nient complétement ce transport des métaux hors de l'organisme.

Cette action des courants électriques pourrait être utilisée en médecine légale dans les empoisonnements métalliques. Nous avons fait quelques recherches à ce sujet, mais l'expérience la plus saisissante pour montrer l'influence électro-chimique est celle que donne la décomposition de l'iodure de potassium. Soit qu'on le prenne à l'intérieur, ou qu'on en injecte une solution sous la peau, on constate au bout de quelques minutes, sur toutes les régions du corps, la présence de l'iode au pôle positif. Sur un rat par exemple, presque aussitôt après avoir injecté sous la peau quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium, nous fîmes

passer un courant de 15 éléments Remak, et dans toutes les parties du corps près du pôle positif l'eau amidonnée bleuissait par la formation d'iode. La coloration était d'autant plus rapide et plus prononcée que les pôles étaient plus rapprochés, ou placés dans une région très-vasculaire ; sur la queue, par exemple, il fallait plus longtemps pour qu'elle apparût. Il est donc évident qu'un sel introduit dans l'organisme peut être décelé et décomposé par les courants électriques, mais plusieurs conditions et surtout la solubilité des sels amènent de grandes différences.

V. — Les courants électriques, en traversant le sang, en déterminent la coagulation à l'électrode positif. Il en est de même pour tous les corps albuminoïdes. Cette propriété a été utilisée par Pétrequin pour le traitement des anévrysmes. Nous n'avons pas à indiquer le mode opératoire, mais l'expérience a montré que pour coaguler le sang dans le sac anévrysmal, il faut rechercher la tension du courant et non son intensité. M. Cliniselli qui a fait une étude complète de ce sujet (*De la galvano-puncture dans le traitement des anévrysmes de l'aorte thoracique*) conseille d'employer toujours la pile de Volta ou d'autres analogues, c'est-à-dire des couples petits et sans trop d'intensité. « La pile de Volta, dit-il, appliquée trente fois dans vingt et un anévrysmes, donna quatorze guérisons et sept insuccès : dans cinq de ceux-ci il survient l'inflammation et la gangrène du sac anévrysmal. Dans ces cas, les couples qui composaient la pile avaient une grande surface, et leur nombre fut porté à 60 et jusqu'à 80, de sorte que le courant donnait de vives étincelles ; la tension était au delà de ce qui est nécessaire pour obtenir la coagulation du sang. Les piles de Wollaston, de Bunsen, de Daniel, de Senée, appliquées vingt-huit fois dans dix-neuf anévrysmes donnèrent huit guérisons et quatre insuccès ; onze des opérés ont subi des accidents graves, auxquels cinq ont succombé, et dans deux la maladie resta aggravée. » (*Gazette des hôpitaux*, 8 avril 1869.)

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES.

I. *Circulation. Courants interrompus.* — Les courants interrompus, comme cela est facile à constater à l'œil nu, sur l'oreille

des lapins ou sur un tissu quelconque, pourvu qu'il soit translucide, rétrécissent les vaisseaux, diminuent la circulation et l'arrêtent même complétement.

Au microscope on voit très-bien cet arrêt de la circulation, et nous avons varié ces expériences de toutes les manières, sur les animaux à sang froid comme sur les animaux à sang chaud.

Nous avons longuement étudié ces phénomènes dans un travail antérieur (1), nous n'ajouterons ici que quelques remarques au sujet de faits particuliers.

En appliquant directement les courants continus sur une région quelconque du corps ou sur un nerf mixte, ou sur des filets du sympathique, toujours et quelle que soit l'intensité du courant, on obtient un rétrécissement des artérioles. Mais il n'en est plus de même, si l'on agit sur un nerf sensitif isolé; dans ce cas, au lieu d'obtenir un resserrement des vaisseaux, on détermine une congestion très-forte, et les vaisseaux apparaissent dilatés par la masse sanguine.

II. — La loi que nous avons énoncée d'une façon absolue, à savoir que les courants interrompus rétrécissent les artérioles, offre donc une exception dans le cas où ces courants agissent uniquement sur les nerfs sensitifs. C'est ainsi qu'en électrisant avec des courants induits la corde du tympan (Cl. Bernard) on produit dans la glande sous-maxillaire une augmentation considérable de la circulation et de la sécrétion. De même, lorsqu'on met à nu le nerf auriculo-temporal, et qu'on électrise le bout central (Schiff), on obtient une turgescence très-prompte de toute l'oreille. Le même phénomène a lieu en électrisant la plupart des nerfs sensitifs qu'on peut isoler (Loven). Nous avons examiné ailleurs les différentes théories auxquelles ces faits ont donné lieu, mais au point de vue où nous nous plaçons, il nous importe seulement de tenir compte du fait, quelle qu'en soit la cause.

L'électrisation des membres au moyen des courants interrompus porte en général sur toutes les parties, les nerfs moteurs,

(1) *Recherches expérimentales sur la circulation artérielle* (*Journal d'anat. et de physiol.*, numéros de juillet et de septembre 1868).

et les nerfs sympathiques sont atteints par le courant aussi bien que les nerfs sensitifs et par conséquent l'effet consécutif est un resserrement des vaisseaux. On peut donc dire d'une manière générale, que les courants interrompus diminuent la circulation et parviennent même à l'arrêter complétement par suite de la contraction des artérioles.

Immédiatement après l'électrisation, il y a au contraire dilatation et augmentation de la circulation.

III. — Il est cependant un procédé d'électrisation, dans lequel on n'agit que sur les nerfs sensitifs, c'est lorsqu'on électrise la peau avec des électrodes secs, comme le pinceau métallique. Dans ce cas, la non-conductibilité de l'épiderme (lorsqu'il n'est pas humecté) empêche l'électricité de pénétrer dans l'intérieur des organes. En effet, on n'agit que sur les nerfs sensitifs cutanés et l'excitation de ceux-ci, comme celle de nerfs sensitifs spéciaux et profonds, produit une circulation plus active et une élévation de température. MM. Brown-Séquard et Lombard ont observé que l'irritation des nerfs cutanés détermine, d'une manière active, l'élévation de température du membre irrité (1).

Les courants induits agissent donc d'une manière toute différente sur la circulation, selon leur mode d'application. Mais, dans le cas d'électrisation cutanée, ce n'est plus une action spéciale des courants électriques; l'électricité n'agit plus que comme mode d'irritation énergique et facile à manier; le pincement, les frictions, etc., agissent de la même façon, mais dans des proportions moindres.

M. Duchenne a proposé l'électrisation cutanée dans les névralgies, les hyperesthésies cutanées et musculaires. Selon ce médecin, l'électrisation cutanée produirait indirectement l'anesthésie du nerf malade en déterminant une douleur dérivatrice. Cette explication est un peu hypothétique, d'autant plus qu'elle implique un terme vague par lui-même, celui de dérivation. Nous venons de voir que l'irritation des nerfs sensitifs cutanés détermine une augmentation de la circulation, et c'est dans ce fait physio-

(1) *Archives de physiologie*, novembre-décembre 1868.

logique que nous trouvons la meilleure explication de l'action des médicaments dérivatifs ; car nous le répétons : dans les cas où l'électrisation cutanée est suivie de succès, on obtient également de bons résultats avec les frictions, le fer rouge promené rapidement sur la peau, les vésicatoires, etc. A. Becquerel, avait donc parfaitement raison lorsqu'il soutenait, contre M. Duchenne, que l'électrisation cutanée agissait dans les névralgies en produisant « une véritable hypérémie capillaire, qui très-probablement, doit jouer un rôle dans le déplacement de la douleur névralgique ».

IV. *Courants continus.* — Les courants continus augmentent en général la circulation. Nous avons cité plus haut l'expérience faite par Humboldt sur lui-même. A l'œil nu, on distingue parfaitement une plus grande vascularité des tissus, et Remak insistait beaucoup sur la dilatation des vaisseaux que l'on aperçoit après quelque temps d'application des courants. M.Robin et Hiffelsheim sont les premiers qui aient examiné la circulation au microscope, et qui ont vu que la circulation augmentait sous l'influence des courants continus. Nous avons fait de nombreuses recherches sur ce sujet, car nous considérons comme essentiel et d'une importance fondamentale de bien connaître l'action des agents thérapeutiques sur les phénomènes circulatoires. La plus ou moins grande quantité de sang dans un tissu, ses variations de tension et de mouvement sont la cause première et souvent la seule cause des troubles pathologiques. Il est sans doute certains faits sur l'interprétation desquels nous avons pu nous tromper, et nous sommes les premiers à faire bon marché des systèmes et des théories, mais nous croyons très-important d'insister sur le fait que nous avons découvert et qui est relatif à la direction des courants. *Le courant centrifuge ou descendant dilate les vaisseaux; le courant centripète ou ascendant resserre les vaisseaux.*

V. — Nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs cas pathologiques où cette loi s'est confirmée et nous a conduit à des résultats très-curieux. Nous avons vu, par exemple, que dans des cas de leucorrhée, le pôle positif étant appliqué sur la région lombaire de la moelle et le pôle négatif sur le col de la matrice, on

augmentait l'écoulement tandis qu'on arrêtait instantanément ou du moins qu'on diminuait beaucoup et pendant deux à trois jours l'écoulement leucorrhéique en plaçant le pôle positif sur la matrice et le pôle négatif sur la région lombaire. Plusieurs autres cas sont tout aussi instructifs ; mais nous ne voulons insister ici que sur un seul d'entre eux, car il nous paraît plus saisissant que tous les autres. Voici l'expérience physiologique qui nous sert de point de départ :

Sur un chien robuste, nous avons trépané le crâne, afin d'examiner l'état des vaisseaux cérébraux, sous l'influence des courants continus. En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur une plaie du cou (dix éléments, Remak), on déterminait un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaissait légèrement, mais d'une manière visible. En mettant, au contraire, le pôle positif sur la plaie du cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observait une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau faisait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la voûte crânienne. (Il faut remarquer que dans ce cas le premier courant est ascendant et le second descendant, par rapport aux centres sympathiques.) On peut donc à volonté augmenter la circulation ou la diminuer dans l'encéphale comme dans toute espèce d'organe. Mais nul organe peut-être n'est aussi sensible que le cerveau aux changements dans les phénomènes circulatoires, et c'est pour cela que nous choisissons de préférence l'observation ci-dessus, dont nous pouvons rapprocher quelques faits pathologiques.

VI. — Dans bien des cas, et presque chaque fois que nous avions occasion de placer les pôles sur la tête, les personnes électrisées accusaient une tendance au sommeil et en général avaient la nuit suivante un sommeil très-long et très-calme. Cette tendance est surtout très-marquée chez les femmes qui sont atteintes d'affection nerveuse. Chez une jeune fille qui présentait les symptômes suivants : hoquet persistant depuis dix-huit mois, contracture des muscles de l'arrière-gorge, contracture des muscles fléchisseurs de la jambe droite, hyperesthésie très-prononcée de toutes les régions du dos, crises violentes tous les matins et tous les soirs

durant plus d'une heure. Pendant ces crises, la malade avait une série de secousses comme tétaniques, elle se roulait et sautait sur son lit, et nous ne pouvons mieux comparer cet état qu'à celui qu'on observe chez les animaux empoisonnés par la strychnine. Chez cette jeune fille, ayant dans le cours du traitement appliqué le pôle positif (huit éléments) sur le front et le pôle négatif sur la nuque, nous déterminâmes chaque fois une grande tendance au sommeil; dans une séance, elle s'endormit même pendant quelques instants.

Une autre malade, que nous eûmes l'occasion d'observer dans le service de M. Oulmont à l'hôpital Lariboisière, présentait tous les phénomènes hystériques les plus graves, et même des symptômes de catalepsie. Elle restait souvent trois ou quatre jours en délire, ayant des hallucinations continuelles, ne mangeant ni ne dormant. Dans une de ces crises, nous fîmes passer par l'encéphale un courant de dix éléments en mettant le pôle positif sur le front et le pôle négatif sur le cou vers le ganglion cervical supérieur. L'électrisation dura cinq minutes, et immédiatement après, la malade s'endormit d'un profond sommeil près d'une demi-heure; la nuit suivante fut en même temps meilleure.

Si nous rapprochons ces faits, que nous pourrions multiplier, des observations de Burrows et de Donders sur l'état du cerveau pendant le sommeil, nous voyons combien ils concordent. En effet, pendant le sommeil les vaisseaux cérébraux sont rétrécis, et le même effet étant déterminé par les courants continus en mettant le pôle positif du côté de l'encéphale, il est naturel d'obtenir dans ces conditions le même résultat, c'est-à-dire le sommeil.

Ces faits nous montrent encore combien on peut sans danger et souvent avec avantage faire agir les courants continus même sur les centres encéphaliques, et nous sommes persuadés que dans certaines formes de délire ou d'excitation cérébrale ils pourraient rendre de grands services. Nous avons obtenu, au bout de fort peu de séances, un résultat très-satisfaisant sur un jeune Russe de vingt-huit ans qui était dans un état très-inquiétant d'excitation cérébrale, ayant des hallucinations et un sommeil très-difficile et très-agité.

Hiffelsheim cite également quelques cas de congestion cérébrale et même de ramollissement dans lesquels l'emploi des courants continus lui ont donné de bons résultats. Baillarger a mentionné à la Société médico-psychologique des cas d'hallucinations chroniques de l'ouïe traités par Hiffelsheim avec succès. Une des malades a été « complétement guérie d'hallucinations qui duraient depuis plus d'une année et qui entretenaient chez elle les conceptions délirantes les plus tristes et la réduisaient à l'état le plus misérable » (1).

On voit par ces quelques faits combien les courants électriques, mais les courants continus seuls, pourront peut-être un jour rendre de services dans les affections cérébrales. C'est un point sur lequel il est important d'appeler l'attention des médecins aliénistes. Jusqu'aujourd'hui, on a toujours vu dans l'électricité un excitant énergique, dangereux à appliquer du côté des centres nerveux et surtout sur l'encéphale. Ce qui est vrai pour les courants interrompus est loin d'être vrai également pour les courants continus. Les faits que nous avons signalés démontrent bien que, loin d'être toujours un excitant, le courant de la pile, comme le soutenait Hiffelsheim, peut devenir un *sédatif*, un *calmant*. D'une manière générale, c'est là un des grands avantages des courants continus, en même temps qu'une difficulté dans leur emploi, de pouvoir, selon leur direction, exciter ou calmer. Ils ont, de plus, sur les courants interrompus, cet autre avantage de pouvoir être appliqués directement et sans aucun danger sur les centres nerveux.

VII. — Nous avons dit, qu'appliqués directement sur des nerfs sensitifs, les courants induits produisaient par action réflexe une dilatation artérielle. Cet effet est également obtenu par les courants continus, mais dans une moindre proportion. En mettant à nu le nerf auriculo-temporal et en électrisant le bout central avec un courant continu, on obtient également une hypérémie vasculaire dans l'oreille du même côté. Mais ce qui montre à la fois que cette action est réflexe et que la direction des cou-

(1) Baillarger, *Archives cliniques des maladies mentales*. 1861.

rants est d'une grande importance, c'est que cet effet n'est produit qu'avec un courant centripète. Nous n'avons jamais observé dans cette expérience une congestion aussi forte que dans le cas où l'on électrise le nerf avec des courants interrompus.

Chez un chien de forte taille, nous avons mis à nu la glande sous-maxillaire. Après avoir isolé la corde du tympan et introduit une canule dans le canal excréteur, nous avons fait passer par toute la glande un courant induit, et comme M. Cl. Bernard l'avait déjà observé, la sécrétion sous cette influence n'a point été augmentée. Dans les mêmes conditions, les courants continus, au contraire, rendent la sécrétion plus abondante. En portant les courants électriques directement sur la corde du tympan, les courants continus augmentent encore la sécrétion salivaire, mais dans aucun cas elle n'est aussi abondante que lorsqu'on électrise ce nerf avec des courants induits.

L'effet produit par les courants interrompus est instantané et disparaît dès qu'on cesse leur application. Avec les courants continus, l'effet est plus lent, mais dure encore quelque temps après leur application. Nous avons vu un cas où, à la suite de l'emploi des courants continus (contractures de muscles du cou), il est survenu une salivation abondante qui durait toute la journée, et qui devint tellement forte qu'il fallut interrompre le traitement pendant quelque temps.

Les expériences physiologiques précédentes nous donnent également l'explication des succès obtenus dans l'emploi des courants électriques pour activer les fonctions de certaines glandes, telles que les glandes mammaires. (A. Becquerel.)

I. *Système musculaire.* — Les courants électriques font contracter les muscles, et ont, par conséquent, une influence très-grande sur la nutrition des fibres musculaires. La contraction des muscles est accompagnée d'une élévation de température. Chez l'homme, Ziemssen (1) a vu que la température du bras électrisé par un courant d'induction s'élevait de 1 à 2 degrés centigrades. Les premières minutes, cependant, il y a un léger abais-

(1) *Die Electricitæt in der Medicin*, 1866, p. 29 et suiv.

sement (de 0°,1 à 0°,5), mais avant la fin de la troisième minute, la température s'élève et continue à s'élever de plus en plus. La température la plus haute a toujours lieu pendant les quatre ou cinq minutes qui suivent le moment où l'on a cessé d'électriser.

Les variations de température s'expliquent très-facilement, par les changements de circulation qui ont lieu dans le membre électrisé. Au moment où l'on fait passer les courants induits, il y a resserrement des artérioles et par conséquent diminution de la circulation et abaissement de la température. Lorsqu'au contraire on cesse l'électrisation, il y a aussitôt dilatation des vaisseaux et afflux de sang. Nous avons vu qu'en électrisant le ganglion cervical supérieur avec des courants induits, il y avait pendant tout le temps que le courant était appliqué resserrement des artérioles et abaissement de température, mais que, immédiatement après avoir cessé l'électrisation, il y avait une forte élévation de température due probablement à une paralysie momentanée des vaisseaux.

Quant à l'élévation de température qui a lieu pendant l'électrisation d'un membre, elle est produite principalement par la contraction musculaire. On sait en effet, que les muscles en se contractant produisent de la chaleur, et même lorsque la circulation est complétement arrêtée en un membre, si ce membre est contracté, la température est plus élevée que dans les autres parties du corps où la circulation se fait librement. Sur des grenouilles, où l'examen microscopique nous montrait d'une manière indubitable que toute circulation était arrêtée par les courants induits, nous obtenions encore une élévation de température très-marquée due à la contraction musculaire. Nous avons fait ces recherches avec le thermomètre différentiel de M. Walferdin, et comme Ziemssen, nous avons en même temps observé que la température est la plus élevée immédiatement après l'électrisation, parce que à ce moment, à la chaleur produite par la contraction musculaire, vient encore s'ajouter celle que détermine la circulation.

II. — L'étude de l'action des courants électriques sur le système musculaire est très-vaste, mais au lieu de la faire complète et par

suite trop sommaire, nous croyons plus utile d'insister sur quelques faits encore peu connus et d'un très-grand intérêt. Mieux que toutes les théories, et que toutes les autres expériences, ces faits nous montreront l'influence que les courants électriques exercent sur les muscles dans les états pathologiques, et en même temps la différence qui existe même au point de vue de la contractilité, entre les courants induits et les courants continus.

Dans des muscles paralysés (paralysies des muscles de la face, paralysies traumatiques) l'excitabilité électro-musculaire au moyen des courants d'induction est, dans certains cas, complétement anéantie, tandis que cette excitabilité est conservée ou même augmentée par les courants continus (1).

M. Duchenne avait déjà observé que, dans les paralysies traumatiques, les muscles qui se contractaient légèrement par l'influence de la volonté ne se contractaient pas sous l'influence des courants induits, et Remak avait vu que dans certains cas les courants de la pile donnaient des contractions plus énergiques que les courants d'induction ; mais la première observation bien précise sur ce sujet a été faite par Baierlacher-Schulz. Sur plusieurs cas de paralysies faciales il arriva aux résultats suivants :

Un courant très-faible de huit éléments Daniel produit des contractions à la fermeture et à l'ouverture de tous les muscles du côté du nerf facial paralysé. Ce même courant appliqué sur les muscles du côté sain ne donne lieu à aucune contraction. Pour obtenir de ce côté, la même contraction musculaire, il faut employer un courant trois fois plus fort. Le traitement change cet état de choses, car l'exagération de l'excitabilité des muscles

(1) Dans ce paragraphe, l'emploi des mots : *courants constants et continus*, paraît être paradoxal, car on n'étudie que l'influence de l'interruption de ces courants sur les muscles. Remak avait proposé les mots de courants constants labiles, mais comme les interruptions sont assez fréquentes, il est impossible que ces courants soient constants. Il vaudrait mieux n'employer que l'expression de *courants de la pile*, qui ne préjuge rien, ni pour la constance ni pour la continuité ; d'autant plus que les effets de ces courants, dans les cas que nous étudions ici, dépendent de leur origine différente et non des différences de constance. Dans tous les cas, il est important d'insister sur ce fait, que les courants induits (dits interrompus) et les courants de la pile (dits continus) diffèrent l'un de l'autre, même lorsque ces derniers sont également interrompus.

paralysés diminue de séance en séance, et pour obtenir les mêmes contractions, il faut chaque fois augmenter le nombre des éléments. — Cette diminution de l'excitabilité pour les courants continus est un signe d'amélioration, et la guérison arrive d'autant plus vite que cette diminution de l'excitabilité a eu lieu plus rapidement. En même temps, les contractions sous l'influence des courants induits apparaissent peu à peu et finissent par être aussi prononcées que du côté sain ; à ce moment la guérison est obtenue.

Ziemssen, quelques années après, eut l'occasion d'observer les cas suivants :

Paralysie faciale (1). — Marcus Windisch, âgé de dix-huit ans, garçon menuisier, fut atteint le 3 novembre 1863, à la suite d'un refroidissement, d'une paralysie rhumatismale du nerf facial gauche. Trois semaines après, il se présenta à la clinique du docteur Ziemssen, qui constata une paralysie complète de tous les rameaux du nerf facial ; la luette est légèrement deviée.

La sensibilité paraît être exagérée du côté gauche, car les courants continus de même que les courants d'induction déterminent plus de douleur à gauche qu'à droite.

Le courant induit localisé sur tous les muscles et sur tous les rameaux du nerf facial de la moitié paralysée du visage ne donne pas la moindre contraction, même avec des courants très-forts.

Le courant de la pile, localisé sur les muscles ou appliqué sur les rameaux nerveux, donne à chaque interruption des contractions très-fortes ; celles de fermeture sont plus prononcées que celles d'ouverture.

Pendant les douze premières séances, on constate que les contractions des muscles du côté sain ne sont jamais aussi fortes que celles du côté paralysé. Un courant de six à huit éléments de l'appareil de Sthorer ne détermine aucune contraction du côté sain, tandis que ce courant produit la contraction des muscles paralysés. En augmentant l'intensité du courant, on finit par

(1) Ziemssen, *Die Electricitæt in der Medicin*. Berlin, 1866, p. 77 et suiv.

obtenir de faibles contractions du côté sain, mais ce même courant détermine des contractions très-fortes du côté paralysé.

L'application du courant de la pile ne change en rien l'état d'excitabilité des muscles paralysés par les courants induits et ceux-ci ne parviennent jamais à les faire contracter. De plus, on n'obtient aucune contraction, en employant des courants induits à interruptions très-lentes.

Aussi longtemps que les muscles du côté paralysé ne se contractent pas sous l'influence du courant induit ou de la volonté, l'excitabilité pour les courants de la pile est augmentée. Mais peu à peu, la paupière supérieure et le muscle zygomatique paraissent obéir légèrement à l'action de la volonté, et en même temps on détermine une légère contraction en électrisant ces muscles avec des courants d'induction.

Au bout de dix semaines, la déviation du visage est moins prononcée et en même temps l'excitabilité des muscles sous l'influence des courants de la pile est beaucoup diminuée.

Au bout de quatorze à seize semaines, on ne remarque plus aucune déviation du visage pendant l'état de repos, ce n'est que dans le jeu de la physionomie qu'on distingue encore des différences de contraction entre le côté sain et le côté paralysé. Le courant de la pile employé primitivement ne donne plus de contractions. Au lieu de six éléments, il faut en employer vingt-quatre pour obtenir des contractions. Enfin, la guérison devient complète et à ce moment, ni les courants de la pile, ni les courants induits ne peuvent déterminer de contractions. Mais quelques mois plus tard, les courants d'induction provoquent des contractions dans tous les muscles du côté du visage qui avait auparavant été paralysé. Les courants de la pile assez intenses ne produisent que de très-faibles contractions, c'est-à-dire le contraire de ce qui avait lieu au moment de la paralysie.

Paralysie traumatique (1). — Mademoiselle Barbé Seifert, âgée de dix-neuf ans, fut opérée par le professeur Thiersch, d'une tumeur qui se trouvait au-dessous de l'oreille gauche. Le nerf

(1) *Loc. cit.*, p. 81.

facial fut coupé par cette extirpation, et il en résulta une paralysie complète de tous les muscles du côté gauche de la face. Au bout de vingt jours, la plaie fut complétement guérie, et la sensibilité maintenue normale.

Les courants d'induction ne donnent aucun indice de contractions pour tous les muscles du côté paralysé, que les interruptions soient fortes ou faibles, rapides ou lentes. Le courant de dix éléments de l'appareil de Sthorer donne lieu à des contractions de tous ces muscles ; les contractions sont plus fortes en plaçant le pôle négatif sur ces muscles et le pôle positif à la nuque que lorsqu'on emploie la disposition inverse. Les contractions des muscles paralysés sont cependant moins fortes et plus lentes que celles que l'on obtient pour les muscles sains.

Au bout de trois semaines, l'excitation des rameaux du nerf facial ne déterminent plus de contractions, ni sous l'influence des courants induits, ni sous l'influence des courants de la pile. Mais l'électrisation directe des muscles donne lieu à des contractions très-prononcées avec les courants de la pile, mais non avec des courants induits.

Dans d'autres cas de paralysie faciale, M. Meyer (de Berlin) (1) a vu que lorsque la contraction musculaire est encore produite par des courants induits, les courants continus déterminent des contractions plus faibles que dans les cas où les courants induits ne peuvent amener aucune contraction. Ces cas, en général, guérissent plus promptement.

Nous avons eu l'occasion d'observer deux cas de paralysie faciale, l'un rhumatismal et l'autre traumatique, où cette différence d'action des courants induits et des courants de la pile était très-remarquable.

M. G...., marchand, avait pendant une nuit laissé ouverte une des fenêtres de sa chambre à coucher (juin 1867). Le lendemain matin, il se réveille avec toute la moitié droite de la figure complétement paralysée. La bouche est déviée fortement du côté gauche, tout mouvement dans les muscles de la joue droite est

(1) *Die Electricität in ihrer Anwendung auf praktische Medicin.*

impossible, il ne peut, ni souffler, ni siffler; quand il mange, il est obligé à chaque instant de ramener les aliments vers la joue gauche en se servant de ses doigts. Il ne peut fermer les paupières.

La sensibilité est très-bien conservée. Électrisés avec un courant de la pile très-faible (dix éléments Remak), tous les muscles de la face du côté paralysé se contractent parfaitement. Les courants d'induction au contraire ne déterminent aucune contraction.

A mesure que la guérison, qui a été complète au bout de vingt séances, arrive, il faut employer pour obtenir des contractions des muscles de la face un courant plus fort (douze, quinze, puis vingt éléments). Pendant tout ce temps, les courants d'induction, aussi forts que peut les supporter le malade, n'amènent aucune contraction.

Nous avons eu l'occasion de revoir ce malade plus d'un an après sa guérison, et tandis que dans les premières semaines de sa paralysie faciale un courant de dix éléments Remak provoquait des contractions, nous n'obtenons aujourd'hui que de très-faibles contractions avec 25 éléments.

Mademoiselle H.... avait été opérée, il y a cinq ans, d'une tumeur siégeant le long de la branche du maxillaire inférieur, au-dessous de l'oreille droite. Avant l'opération, les traits de la figure étaient parfaitement réguliers ; aussitôt après l'opération, elle eut une paralysie complète du côté où se trouvait la tumeur (côté droit). Nous ne l'avons pas vue à cette époque, mais la malade prétend que la déviation de la bouche était plus prononcée qu'actuellement, et qu'il lui était plus difficile de parler et de manger. Nous la vîmes trois ans après l'opération, c'est-à-dire après la paralysie traumatique du nerf facial droit, et nous pûmes constater tous les phénomènes qui accompagnent la paralysie faciale. Elle avait plusieurs mois auparavant suivi un traitement par les courants d'induction. Les courants continus n'eurent pas plus de succès ; seulement pendant quelques heures après l'électrisation, les muscles du côté paralysé se maintenaient plus raccourcis, et par conséquent la figure semblait prendre son apparence normale. Cet effet n'était que passager, et était surtout très-net immédiatement après l'électrisation.

Les courants d'induction, comme nous nous en sommes assurés, il y a deux ans et tout récemment encore, ne peuvent déterminer de contractions appréciables sur les muscles du côté paralysé. Les courants continus, au contraire, produisent toujours, et même avec une faible intensité, des contractions très-marquées. Ces mêmes courants et avec la même intensité ne provoquent aucune contraction sur les mêmes muscles du côté sain. Donc plus de quatre ans après le début de la paralysie, on observe encore cette différence d'action des courants électriques, et sous ce rapport, ce cas nous paraît avoir une assez grande importance.

Ces différences d'action n'existent pas seulement dans les cas de paralysie du nerf facial, elles s'observent également dans d'autres paralysies rhumatismales et traumatiques, comme le prouve l'observation suivante empruntée à M. Ziemssen (1).

Une petite fille, en tombant d'une chaise, s'était fracturé l'avant-bras gauche vers le tiers inférieur du cubitus. L'accident avait eu lieu au mois de mars 1866, mais l'enfant n'entra à l'hôpital que le 17 mai. L'avant-bras est déformé et sa partie inférieure est proéminente; la malade soutient son bras gauche avec la main droite et ne peut que très-difficilement faire des mouvements volontaires.

Pendant que la malade est soumise à l'influence du chloroforme, on électrise les muscles, avec les courants d'induction et les courants continus. Les courants d'induction déterminent des contractions dans tous les muscles de l'avant-bras, excepté dans l'extenseur commun des doigts. Ce même muscle reste immobile en électrisant le nerf radial. Le courant continu, au contraire, produit la contraction de ce muscle, plus forte que pour le même muscle du côté droit.

Le 22 mai, on obtient encore les mêmes phénomènes.

Le 30 mai, la motilité des muscles du bras paralysé s'est améliorée.

L'enfant saisit mieux les objets et les tient plus fermement et plus longtemps.

(1) *Loc. cit.*, pp. 92 et 93.

Après avoir humecté pendant quelque temps l'épiderme de l'avant-bras, afin de faciliter la conductibilité de l'épiderme, on observe qu'un courant de dix éléments détermine des contractions sur le muscle extenseur commun paralysé et non sur le même muscle du côté sain. Avec douze éléments, la contraction à gauche (côté paralysé) est très-forte, tandis qu'elle manque encore à droite; ce n'est qu'avec quatorze éléments qu'on obtient du côté sain une contraction très-légère.

Les courants induits, soit forts, soit faibles, à interruptions lentes ou à interruptions rapides, ne produisent aucune contraction du côté paralysé, tandis qu'ils amènent des contractions tétaniques sur le même muscle du côté sain.

19 juin. La position de la main, aussi bien que l'extension des doigts, est sensiblement améliorée. L'excitabilité, sous l'influence des courants de la pile, est beaucoup diminuée, c'est-à-dire qu'un courant de seize éléments ne détermine aucune contraction, tandis que le 30 mai, celui de dix éléments déterminait déjà des contractions. Les courants induits produisent alors de légères contractions dans le muscle paralysé.

Des phénomènes du même genre ont été observés par M. Ziemssen dans un cas de paralysie du cubital.

Voilà les déductions principales que ce médecin tire de ses différentes observations :

I. — Il existe des cas de paralysies périphériques où les muscles ne se contractent ni sous l'influence de la volonté, ni sous l'influence des courants induits et des courants continus.

II. — Dans quelques cas, la motilité est en partie conservée, mais ni les muscles malades, ni leurs nerfs moteurs ne sont excitables, soit par les courants induits, soit par les courants de la pile (Eulenburg (1), Ziemssen).

III. — La motilité peut être complétement éteinte, tandis que l'excitabilité musculaire pour les deux sortes de courants est affaiblie et égale (Meyer).

(1) *Zur Therapie der rheumatischen Facial-Paralysen* (*Deutches Archiv. für klin. Medicin*, 1866).

IV. — Les muscles et les nerfs moteurs ont perdu toute excitabilité sous l'influence de la volonté et des courants induits, tandis qu'elle est augmentée pour les courants de la pile.

Dans ce cas, les observations donnent pour résultat les phénomènes suivants :

a. *Pendant l'absence de la motilité.*

1° La contractilité par le courant de la pile est augmentée ; un courant très-faible, qui ne détermine aucun indice de contraction pour muscles homologues sains, produit d'énergiques contractions dans les muscles paralysés (Baierlacher, Schulz, Neumann, Eulenburg, Ziemssen).

2° L'excitabilité pour le courant de la pile augmente dans le cours du traitement, atteint rapidement un maximum pour diminuer ensuite (Ziemssen).

3° L'excitabilité pour le courant de la pile n'est pas toujours rehaussée en même temps dans tous les rameaux du nerf paralysé. Dans les muscles et les rameaux de nerfs moins excitables, elle augmente et diminue plus tard que dans les muscles et dans les rameaux de nerfs plus excitables (Ziemssen).

4° La contraction produite par les courants de la pile est moins rapide pour les muscles paralysés que pour les muscles sains.

5° La contraction ne naît souvent que par l'irritation directe du muscle et non par l'irritation du nerf moteur correspondant (Neumann, Ziemssen).

b. *Avec le retour de la motilité.*

6° L'excitabilité sous l'influence du courant de la pile se perd peu à peu avec le retour du mouvement volontaire pendant que l'excitabilité par le courant d'induction revient peu à peu (Schulz, Ziemssen).

7° L'excitabilité par le courant de la pile se perd peu à peu avec le retour de la motilité, mais l'excitabilité par le courant d'induction reste éteinte malgré le rétablissement complet de la motilité.

L'excitabilité par les deux sortes de courants ne redevient normale que peu à peu et dans les mêmes proportions après plusieurs mois ou plusieurs années (Ziemssen).

8° L'excitabilité par les courants induits, tout en reparaissant, reste plus faible que pour les muscles homologues du côté sain.

9° L'excitabilité par les courants de la pile reste la même, et l'excitabilité par les courants induits ne revient plus jamais (Eulenberg, Ziemssen).

Ces conclusions ne se rapportent pas seulement aux paralysies traumatiques et rhumatismales, elles sont également vraies dans d'autres cas. M. Ziemssen a observé les mêmes phénomènes dans un cas de paralysie des muscles du voile du palais, à la suite d'une angine diphthérique. Chez un malade atteint de cette affection, la parole devint nasillarde, et chaque fois qu'il voulait avaler des liquides ceux-ci revenaient par les fosses nasales. Les mouvements, soit volontaires, soit réflexes, des muscles du voile du palais étaient complétement abolis.

L'application des courants induits ne détermine aucune contraction de ces muscles. Par contre, les courants de la pile de huit éléments Sthorer font contracter très-énergiquement les muscles glosso-staphylin et pharyngo-staphylin et le constricteur supérieur du pharynx. Après trois séances, les mouvements volontaires réapparaissent faiblement, et, après neuf séances, la guérison est presque complète. Les liquides peuvent être avalés et la voix n'est plus nasillarde. Après cinq autres séances la guérison est complète et se maintient. La différence entre les deux sortes de courants se continue invariablement, c'est-à-dire que l'excitabilité par les courants de la pile ne diminue pas, et qu'elle reste nulle pour les courants induits. Le courant produit par un appareil magnéto-électrique, où le sens du courant reste le même, ne donne également aucune contraction sur les muscles du voile du palais, tandis qu'il peut faire contracter les muscles de la face. Un courant de huit éléments qui ne peut déterminer la contraction des muscles de la face fait contracter les muscles du voile du palais.

M. Bruckner (2) a observé dans des cas de dégénérescence des

(1) *Loc. cit.*, p. 112.

(2) Brückner, *Ueber das Ausbleiben der Zeitung gelähmter Nerven und Muskeln bei momentaner Untersuchung des contenten electrischen Astrom.* 1865.

muscles que, tandis que le courant d'induction restait sans effet sur ces muscles, le courant de vingt éléments y déterminait des contractions à chaque fermeture et en même temps que des interruptions lentes avec le courant de la pile produisaient des contractions plus fortes que des interruptions rapides. Avec ces mêmes courants, des interruptions très-rapides ne déterminent, d'après cet auteur, aucune contraction musculaire.

Nous avons pu constater cette même différence d'action des courants d'induction et des courants de la pile, dans un cas de dégénérescence graisseuse des muscles.

Mme C..., âgée de trente ans, a commencé, il y a cinq ans, par éprouver une difficulté dans l'extension du doigt annulaire de la main droite. Les autres doigts ont été successivement atteints. Il y a deux ans que la main gauche a également été prise, et aujourd'hui, la malade se trouve dans l'état suivant : les muscles extenseurs ont gardé à peu près leur volume normal, mais ils n'ont plus aucune consistance et ne peuvent se contracter que très-légèrement sous l'influence de la volonté. Les deux mains sont à moitié fermées et aucun des doigt ne peut être soulevé. Les muscles fléchisseurs sont également un peu affaiblis, mais la malade peut fermer la main complétement.

Les courants induits appliqués sur les muscles fléchisseurs donnent des contractions assez fortes, mais moins énergiques pour la même intensité de courant que celles qu'on détermine sur des muscles parfaitement sains. Ces mêmes courants, sur les muscles extenseurs, ne produisent qu'une contraction très-faible ; tandis que les courants de la pile déterminent sur ces mêmes muscles, et relativement aux courants induits, des contractions bien plus fortes. En promenant un des pôles sur la peau qui recouvre les extenseurs, on maintient, avec les courants constants, la main dans l'extension.

Cette différence d'action entre les courants de la pile et les courants interrompus a été également observée par nous, dans un cas de paralysie saturnine, chez un ouvrier, entré à l'hôpital Beaujon, dans le service de M. Axenfeld. Ce malade avait déjà, une première fois, été atteint de paralysie saturnine des exten-

seurs, il y a douze ans, et avait été complétement guéri à cette époque ; cette même affection était revenue depuis deux mois. Les deux bras étaient atteints, mais surtout le bras droit. Les courants induits, même assez faibles, déterminaient des contractions dans tous les muscles de l'avant-bras, excepté dans les muscles extenseurs des doigts; avec un fort courant induit, on obtenait cependant sur ces muscles une légère contraction. Quand la peau est bien mouillée et que le courant induit est assez fort, le courant traverse le bras et va agir sur les fléchisseurs ; la main se plie sur le bras et les doigts se fléchissent. Nous avons essayé, dans ce cas, et sans obtenir de différence d'action, les courants des appareils électro-magnétiques et magnéto-électriques. Les courants de quinze éléments Marié-Davy ne déterminaient, au contraire, aucune contraction sur tous les muscles sains, et ne font contracter que le muscle extenseur commun des doigts, l'extenseur propre de l'index et les extenseurs du pouce, c'est-à-dire ceux-là seulement sur lesquels les courants induits n'ont aucune action. M. le professeur Axenfeld et M. Duchenne (de Boulogne) ont été témoins de ce fait.

Nous avons cherché si nous retrouverions cette différence d'action des courants de la pile et des courants induits, dans d'autres cas de paralysie saturnine, mais nous ne l'avons plus observé aussi nettement que dans le cas ci-dessus. Dans celui-ci même, ces phénomènes varient quelquefois d'un jour à l'autre. Cependant, dans la plupart des autres cas de paralysie saturnine, il y a une différence d'action sur les muscles en faveur des courants continus, et cette différence tient surtout, d'après nos observations, à la durée de la maladie et au moment du traitement pendant lequel on examine la contractilité musculaire. Nous ne pouvons encore sur ce point donner des indications très-précises.

Ce qui ressort de tous ces faits, c'est qu'il y a une différence d'action très-grande entre les courants de la pile et les courants induits, et que l'on ne peut jamais confondre leur action même pour la contractilité. Comme les courants de la pile ne donnent pas d'effets aussi énergiques et aussi douloureux que les courants induits, plusieurs médecins veulent à toute force ne voir dans les

effets des courants de la pile que ceux produits par des courants induits très-faibles ; ils répètent de toutes les manières qu'il n'y a là qu'une question de plus ou de moins d'intensité. Si nous avons tant insisté sur ces faits pathologiques, c'est parce qu'ils montrent d'une manière palpable et grossière, de manière que personne ne puisse s'y tromper, qu'il y a entre ces deux courants électriques des différences d'action tellement grandes, que l'un agit pour ainsi dire contrairement à l'autre.

De plus, la continuité possible avec les courants de la pile et les interruptions forcées avec les courants induits ne constituent pas la seule différence entre ces deux sortes de courants comme on l'a cru très-longtemps ; car, comme le prouvent tous ces faits, *les courants de la pile interrompus diffèrent essentiellement des courants interrompus induits*. Quoique dans ce cas ces deux sortes de courants aient un caractère commun, l'interruption, ils ont toujours des propriétés différentes, et par leur mode de production, et par leur tension et leur action chimique.

L'importance de cette différence d'action est très-grande pour le diagnostic, car comme on le comprend, il est impossible, pour connaître exactement l'état d'un muscle, de s'en tenir à l'exploration de la contractilité par les courants induits.

Dans la paralysie traumatique, dans certains cas de paralysie rhumatismale, de paralysie saturnine, de paralysie infantile (1), les muscles ne se contractent pas par les courants induits et se contractent au contraire par les courants continus. Au point de vue thérapeutique, il est également nécessaire de tenir compte de cette différence d'action, mais nous ne voulons pas insister ici sur ces considérations, car il nous reste encore à examiner cette question au point de vue physiologique.

Erb (2), Hugo Ziemssen et Auguste Weiss (3), ont cherché à reproduire sur des animaux quelques-unes des diverses espèces

(1) Le *Journal de psychiatrie* de Hammond (1868-1869) a publié, de divers auteurs américains, plusieurs cas de paralysie infantile guéris par les courants continus.

(2) *Zur Pathologie und pathologischen Anatomie peripherischer Paralysen.* (*Deutsches Arch. für klin. Med.* Bd. IV et Bd. V, 1868.)

(3) *Die Verändernugen der elektrischen Erregbarkeit bei traumatischen Lähmungen.* (*Deutsches Arch. für klin. Med.*, Bd. IV, 1868.)

de paralysies périphériques que l'on observe chez l'homme, soit en coupant, soit en écrasant les nerfs. Il y a entre ces auteurs quelques différences d'observation, mais elles n'ont lieu que pour des questions de détail, et ils se trouvent d'accord pour les faits principaux.

Après la section ou l'écrasement d'un nerf périphérique (les expériences ont été faites surtout sur le tibial antérieur) on observe très-rapidement la perte de l'excitabilité. Souvent déjà après vingt-quatre heures et au plus tard après quarante-huit heures, le nerf n'est plus excitable par les courants électriques, qu'ils soient induits ou qu'ils proviennent de la pile.

La durée de la perte de l'excitabilité varie entre trois semaines et sept mois. Une simple section du nerf demande quatre à huit semaines pour que l'excitabilité reparaisse ; il faut au contraire six à sept mois quand on a enlevé une portion du nerf longue de 3 à 4 millimètres.

Lorsqu'on ne fait qu'une contusion légère du nerf, la perte de l'excitabilité n'est que de peu de durée ; mais l'excitabilité diminuée pour les deux espèces de courant, l'est surtout pour les courants induits.

Le retour de l'excitabilité du nerf lésé, a toujours lieu pour le bout central, plusieurs jours avant son apparition pour le bout périphérique.

Tandis que pour le bout central, les courants induits et les courants continus déterminent la même force d'excitation, pour le bout périphérique l'excitation produite par les courants continus est supérieure à celle produite par les courants induits.

Le retour de l'excitabilité du nerf coïncide, avec le retour de l'excitabilité musculaire par les courants induits, et avec la diminution de l'excitabilité musculaire par les courants continus.

MUSCLES.

COURANTS INDUITS.	COURANTS DE LA PILE. *(Courants dits constants et continus.)*
L'excitabilité musculaire diminue presque immédiatement après la section ou la compression d'un nerf périphérique.	Presque immédiatement après la section du nerf, l'excitabilité musculaire est augmentée.

Quelquefois cependant, elle existe encore à l'état normal plusieurs jours après la lésion du nerf. Dans ce cas, la lésion a été faite très-loin du muscle.

Plus la lésion du nerf est éloignée du muscle, plus le muscle reste de temps sans perdre son excitabilité.

La perte de l'excitabilité varie entre quatre et vingt-huit semaines.

Le retour de l'excitabilité se fait très-lentement et atteint difficilement l'état normal.

Elle ne réapparaît quelquefois qu'après des années.

Dans la moitié des cas, il y a une légère diminution de l'excitabilité le deuxième jour, qui ne dure que quelque temps.

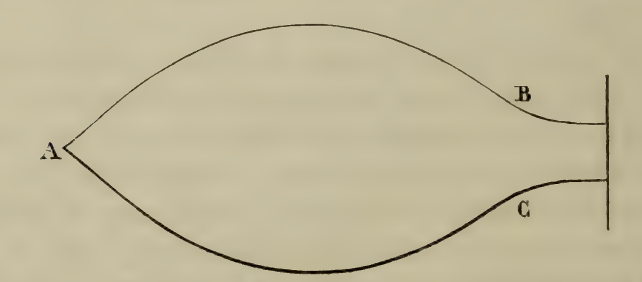
L'excitabilité tend à augmenter pendant plusieurs semaines, si bien que les courants les plus faibles déterminent des contractions sur ces muscles, et qu'ils n'en déterminent pas sur les muscles sains.

Pour les muscles sains, le pôle négatif détermine des contractions plus énergiques ; c'est-à-dire, qu'en mettant directement sur le muscle le pôle positif, s'il faut pour obtenir une contraction cinq éléments, il n'en faut que quatre, lorsqu'on met le pôle négatif directement sur le muscle. — Pour les muscles lésés le contraire a lieu et il faut employer deux à six éléments de plus lorsqu'au lieu du pôle positif on place le pôle négatif sur le muscle.

L'excitabilité des muscles diminue, lorsqu'elle revient sous l'influence des courants induits.

Cette excitabilité reste cependant pendant longtemps supérieure à celle produite par les courants induits.

Si l'on représentait graphiquement la plus ou moins grande excitabilité des muscles par les deux sortes de courants, on aurait à peu près la figure ci-jointe. La ligne AB, montre l'augmentation de l'excitabilité par les courants de la pile, la ligne AC la diminu-



tion de l'excitabilité sous l'influence des courants induits. Leur action est en sens inverse l'une de l'autre.

Erb a cherché à établir un rapport entre ces modifications de l'excitabilité électrique et les altérations anatomiques. Pour les nerfs, il est reconnu par la plupart des physiologistes, que la section ou la compression des tubes nerveux amène la dégéné-

rescence de la gaîne médullaire et que peu à peu l'élément nerveux se régénère. C'est après la régénération complète, que l'excitabilité électrique réapparaît.

Mais d'un autre côté, plusieurs observations démontrent que les mouvements volontaires ont lieu à une époque où l'excitabilité électrique manque complétement. M. Erb croit que cette différence tient à ce que le cylindre d'axe est seul nécessaire pour la *conduction* des excitations ; tandis que pour être *excité directement*, le nerf doit être intact, c'est-à-dire être composé et du cylindre d'axe et de la myéline qui l'entoure. On sait que, dans les altérations des nerfs, c'est le cylindre d'axe qui persiste le plus longtemps, et dans les régénérescences c'est également lui qui apparaît le premier.

Cette théorie, qui est d'ailleurs très-hypothétique, ne rend nullement compte de la différence d'action des deux sortes de courants. Ziemssen, nous paraît avoir indiqué une des raisons qui occasionnent cette différence. Il la croit due à la différence de rapidité des deux courants. Les courants induits ont une vitesse extrême ; leur passage est brusque, momentané ; ils remplissent parfaitement les conditions qui, pour des nerfs sains, amènent l'excitation la plus forte, c'est-à-dire le changement rapide d'intensité du courant.

Mais si le nerf est altéré, et nous croyons pouvoir ajouter cette considération au fait signalé par M. Ziemssen, son excitabilité est bien moindre, et en même temps il faut que l'action excitante agisse plus longtemps. Les courants induits dans ce cas agiraient trop rapidement et ne pourraient par conséquent déterminer l'activité du nerf. Les courants de la pile agissent au contraire pendant un temps plus ou moins long, selon la volonté de l'opérateur, et si fréquentes qu'on veuille faire les interruptions, elles sont toujours plus rares que celles produites par les courants induits. D'ailleurs, comme nous l'avons signalé, si les interruptions avec les courants de la pile sont trop rapides, ceux-ci déterminent des contractions moins fortes.

Il en est de même pour les muscles ; s'ils sont sains, il n'y a pas d'excitant comparable aux courants induits ; si au contraire

ils sont altérés, leur contraction sous l'influence de ces courants est très-faible et très-lente car ils ne sont plus aussi sensibles aux excitations.

Cependant, cette théorie est encore insuffisante, car si elle rend compte de l'action moins énergique des courants induits, elle n'explique nullement pourquoi, sous l'influence des courants continus, les muscles altérés se contractent plus énergiquement que les muscles sains. Nous allons essayer de compléter cette étude par quelques recherches personnelles.

Nous avions été depuis longtemps frappé de la différence d'action des courants continus sur les fibres striées et sur les fibres lisses. Tandis que sous l'influence de ces courants, la contraction des fibres striées saines est faible et momentanée, sur les fibres lisses elle est au contraire très-marquée et persiste souvent pendant longtemps.

Dans des expériences sur les contractions de l'intestin, nous avons également observé plusieurs fois et au manomètre et avec l'appareil enregistreur, que lorsqu'on n'obtenait plus aucune contraction par les courants induits, on en déterminait encore avec les courants continus. Nous avons donné dans un travail précédent (*Recherches expérimentales sur les mouvements de l'intestin*) deux tracés indiquant les contractions que l'on obtient avec des courants continus alors que les courants induits ne déterminaient plus aucun effet.

Dans les muscles striés, la fatigue et la diminution de la contractilité après la mort donnent encore les mêmes résultats.

Sur des muscles que nous avions maintenus contractés pendant quelques minutes par des courants induits, nous obtenions, lorsque le muscle était fatigué, des contractions plus fortes avec les courants continus. Sur un muscle ainsi fatigué, nous placions les deux rhéophores d'un courant induit directement sur lui, ce qui déterminait une contraction permanente. Au moment où le muscle était ainsi contracté par le passage d'un courant induit, nous appliquions en même temps les électrodes d'un courant de la pile, et sous cette influence, le muscle se raccourcissait encore. Les courants continus donnaient donc dans ce cas une contraction

plus forte que les courants induits. Ce phénomène n'a jamais lieu lorsque le muscle est frais.

Lorsque, par la mort, les muscles perdent peu à peu leur excitabilité, cette même différence apparaît entre les courants induits et les courants de la pile. Sans parler d'expériences sur les animaux, nous pouvons citer des observations que nous avons eu occasion de constater récemment sur l'homme même. Nous avons fait ces recherches dans le laboratoire de M. Robin, et en sa présence, sur le cadavre d'un supplicié qui avait été exécuté quelques heures auparavant. L'exécution avait eu lieu à cinq heures du matin, et, à sept heures et demie, tous les muscles du tronc possédaient encore leur excitabilité électrique ; mais en agissant directement sur les nerfs périphériques ou sur la moelle, on ne déterminait aucune contraction. L'excitabilité des nerfs se perd donc, ce qui d'ailleurs est connu, bien avant celle des muscles.

Les muscles exposés à l'air perdent très-vite leur excitabilité, mais il n'en est pas de même des muscles profonds. A onze heures et demie, c'est-à-dire six heures et demie après la mort, les muscles du mollet se contractaient encore sous l'influence des courants électriques, et cependant la rigidité cadavérique commençait déjà dans les membres inférieurs. L'excitation mécanique déterminait également la contraction des fibres musculaires, et il nous semble qu'à cette période les excitants mécaniques agissent plus énergiquement que lorsque les muscles sont sains.

La contractilité nous a également paru persister plus longtemps pour les muscles à fibres longues.

Sur le trapèze, nous avons constaté six heures et demie et plus, après la mort des contractions très-marquées. Ces contractions étaient plus énergiques par l'application des courants continus que par celle des courants induits, ce qui est l'opposé de ce qui se passe pour les muscles frais.

La forme de la contraction était toute différente de celle qu'on obtient avec les muscles frais. Elle était lente et progressive et ressemblait beaucoup à celle des fibres musculaires lisses. La contraction était un peu plus rapide, mais moins forte avec les courants induits.

Lorsqu'on cessait l'électrisation, les muscles revenaient également lentement sur eux-mêmes. Ce mouvement était plus rapide lorsque les muscles avaient été électrisés avec des courants induits.

Au lieu d'obtenir, pendant le passage des courants continus, le relâchement des fibres musculaires, comme cela a lieu pour les muscles frais, le muscle électrisé restait contracté pendant tout le temps de l'application de ces courants. Cependant, pressés dans nos recherches, nous n'avons pu laisser les courants continus appliqués pendant plus de trente à quarante-cinq secondes, et nous ne pouvons assurer si cet état de contraction eût duré plusieurs minutes. Mais, même dans les conditions que nous indiquons, cette différence d'action des courants continus sur ces muscles et sur des muscles frais est très-remarquable.

Ces différents faits nous démontrent que lorsque par une cause quelconque (défaut de nutrition, fatigue, mort), les muscles striés viennent à subir un changement dans leur état normal, ils ne répondent plus de la même manière aux courants électriques. Or, dans les cas de paralysie rhumatismale ou traumatique, etc. (nous avons cherché à prouver que ce fait était général), les faisceaux musculaires éprouvent une altération souvent appréciable au microscope.

Il est donc logique d'admettre dans les faits pathologiques que nous avons cités que les courants continus agissent plus énergiquement sur les muscles lésés que sur les muscles sains, parce que la substance musculaire a subi une transformation spéciale qui rapproche la fibre striée de la fibre lisse et peut-être même de l'état embryonnaire. Nous avons, en effet, observé des phénomènes du même ordre sur les muscles des embryons. Sur de jeunes embryons de rats vivants et presque à terme, nous avons vu que dans les premiers instants les courants induits et les courants de la pile donnaient des contractions sur les muscles des membres. Mais au bout de fort peu de temps, les courants induits ne déterminaient plus de contractions, tandis que les courants de la pile en déterminaient relativement de très-fortes. De plus, la contraction produite par les courants continus est permanente et se maintient pendant tout le temps que le courant est appliqué.

Il y a donc un état pathologique de la fibre musculaire où les courants induits ne produisent plus aucune contraction ou des contractions très-faibles, tandis que les courants de la pile (courants continus) *déterminent des contractions très-prononcées et souvent même plus énergiques qu'à l'état normal.*

Système nerveux. — I. — Les effets des courants électriques sur le système nerveux sont des plus variés, et nous ne pouvons entrer ici dans tous ces détails. Nous n'insisterons que sur une seule question, parce qu'elle est intéressante tant au point de vue pratique qu'au point de vue théorique.

On sait l'importance que tous les auteurs allemands ont attachée aux faits découverts par M. Du Bois-Reymond, et dans tous les ouvrages d'électro-thérapie, ils cherchent à expliquer d'après ces faits les moyens curatifs des courants électriques. Certes, la tendance est bonne, mais nous la croyons exagérée. D'abord, la théorie de M. Du Bois-Reymond n'est plus soutenable lorsqu'il veut identifier le fluide électrique et l'influx nerveux; et l'hypothèse que, dans les paralysies, les névralgies, etc., on renforce et l'on modifie la tonicité électrique d'un nerf, nous paraît non-seulement une exagération, mais une grande erreur. Dans toutes les affections des nerfs, comme dans celles de toute espèce d'élément anatomique, l'altération consiste dans une modification de la nutrition, et les courants électriques n'agissent, la plupart du temps, selon nous, que par leur influence sur la nutrition intime sur les phénomènes d'endosmose et de capillarité, et sur la circulation. Quant aux courants électriques des nerfs et des muscles, c'est un phénomène concomitant, mais non occasionnel.

Les faits d'anélectrotonos et de catélectrotonos découverts par Pflüger sont venus rendre plus séduisantes ces théories, et toute l'école allemande se complaît dans des dissertations sur l'influence des courants, sur les propriétés électriques des nerfs. Un courant continu calme parce qu'il produit l'anélectrotonos, le même excite parce qu'il détermine l'état catélectrotonique. L'un rend les molécules plus mobiles, l'autre les maintient dans un état stable; l'un renforce les courants propres, l'autre les amoindrit. La direction du courant, son intensité, son action sur

les muscles des artérioles, ses effets électrolytiques, tout cela disparaît devant cette seule loi : le pôle positif fait disparaître l'excitabilité des nerfs parce qu'il détermine l'état anélectrotonique, et le pôle négatif augmente l'excitabilité parce qu'il produit l'état catélectrotonique.

Grâce à Matteucci, tous ces faits incontestables sur lesquels s'appuient ces théories, ont reçu une explication simple et rigoureuse ; mais jusqu'à présent l'école allemande n'a pas encore voulu tenir compte des expériences du savant italien. Matteucci part de ce principe facile à démontrer expérimentalement, que le passage même le plus rapide d'un courant de la pile est accompagné de phénomènes électrolytiques : au pôle positif, il se dégage des acides, au pôle négatif des alcalis ; et les expériences physiologiques avaient fait connaître depuis longtemps que les nerfs perdaient leur excitabilité en présence des acides, et qu'au contraire, leur excitabilité était augmentée au contact des alcalis faibles.

Au point de vue historique et théorique, il est très-curieux de rapprocher ces faits de ceux qu'on avait cru découvrir chez les végétaux, où l'on avait observé que, près du pôle négatif, le développement des plantes se faisait plus rapidement que près du pôle positif. Ici encore, l'effet n'est qu'indirect, car près du pôle négatif il se produit de la potasse, de la chaux provenant des sels en dissolution dans l'eau, tandis qu'autour du pôle positif il se dégage des acides. Or, on sait que les bases favorisent la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre nécessaire à la germination, tandis que la présence d'un acide arrête cette transformation.

En employant de l'eau distillée, de manière que le passage du courant produise seulement de l'hydrogène à l'électrode négatif et de l'oxygène au positif, on favorise, au contraire, la germination au pôle positif par l'oxygène et l'ozone qui s'y développent.

II. — Mais quoique indirecte, cette influence prédominante du pôle négatif n'en est pas moins remarquable, et comme les phénomènes électrolytiques ont une action très-grande dans les effets

physiologiques, il faut en tenir compte, même au point de vue pratique.

Quelques expériences semblent d'ailleurs démontrer que le pôle négatif est seul efficace pour produire la décomposition des substances transmises par un courant (Daniel, Vorcillet). En faisant, par exemple, passer un courant électrique à travers une série de tubes en U remplis de chlorure d'or, on remarque, au bout de quelque temps, que l'or décomposé provient du liquide qui avoisine les électrodes négatifs. L'essai chimique prouve que le liquide qui entoure les électrodes positifs n'a pas perdu d'or. Il en est de même pour d'autres sels.

Ces faits qui semblent en opposition avec les lois de l'électrolyse qui montrent que les quantités décomposées dépendent de la quantité d'électricité qui passe et non du sens du courant, ont été expliqués par plusieurs physiciens (d'Almeida, Poggendorf), ainsi que les anomalies que l'on rencontre souvent dans l'emploi des voltamètres (Jamin); mais le fait n'en est pas moins digne de remarque au point de vue médical. Dans l'électrolyse des tissus, l'eschare fournie par le pôle négatif est, en effet, toujours plus considérable que celle qui a lieu au pôle positif. De plus, c'est bien dans cette action chimique, plus considérable au pôle négatif, que nous croyons pouvoir attribuer, en partie du moins, l'excitation plus vive que produit le pôle négatif.

III. — Ces faits, purement physiques, prouvent bien que pour la différence d'action des pôles positif et négatif, il n'est nullement nécessaire de recourir à des hypothèses qui sont toutes plus ou moins obscures.

Cependant, ce qui nous semble en dehors des phénomènes purement physiques et propre aux seuls nerfs vivants, c'est l'influence de la direction du courant. Nous avons déjà dit que le courant à direction centripète resserrait les artérioles et diminuait la quantité de sang dans les parties périphériques, tandis qu'au contraire, le courant centrifuge dilatait les vaisseaux. Comme la circulation a une grande influence sur l'excitabilité des nerfs, il est très-probable que l'on peut ainsi expliquer une partie de l'action des courants sur les centres nerveux.

D'un autre côté, les nerfs moteurs transmettent l'influence nerveuse des centres à la périphérie, tandis que les nerfs sensitifs la transmettent de la périphérie aux centres, et il est possible qu'un courant centrifuge agisse avec plus de force sur les nerfs moteurs, et qu'un courant centripète sur les nerfs sensitifs. C'est en effet ce que démontrent des expériences de divers auteurs, et nous avons pu résumer ainsi l'influence des courants continus sur les nerfs périphériques.

A. Le courant descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs.

B. Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

C. L'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant, et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.

Nous avons vu également, en recherchant l'influence de la direction des courants sur la moelle :

D. Que le courant descendant appliqué sur la moelle agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe.

E. Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle et qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe.

F. Que le courant descendant empêche les actions réflexes, tandis qu'un courant ascendant les exagère (1).

Ce qu'il importe de remarquer, c'est qu'ici il ne s'agit pas de l'action locale de tel ou tel pôle. Certes, avec un courant descendant par exemple, le pôle positif se trouve placé plus près des centres, et les partisans de l'électrotonos et du catalectrotonos, pourront objecter que cette moindre excitabilité du courant descendant est due à la présence du pôle positif sur les centres. Mais s'il en était ainsi, il devrait y avoir en même temps, dans ce cas, augmentation de l'excitabilité du pôle négatif, et cependant, dans ces conditions, il n'en est rien. De même, le courant inverse devrait, dans cette hypothèse, être toujours plus excitant pour les nerfs moteurs comme pour les nerfs sensitifs, ce qui est également contraire aux faits.

(1) *Mémoires de la Société de biologie*. Mai 1868.

Nous admettons, et nous avons donné à l'appui des preuves physiques, que lorsque les deux pôles sont mis sur une surface quelconque d'un organe, ou lorsqu'ils sont placés sur un nerf séparé des centres, il y a une plus grande action excitante du côté du pôle négatif. Mais lorsqu'on agit sur les nerfs et sur les centres de manière à avoir entre les deux électrodes une assez grande étendue de substance nerveuse, la direction du courant a une action très-marquée, parce que, selon sa direction, indépendamment des actions locales des électrodes, il influe sur l'excitabilité soit des nerfs moteurs, soit des nerfs sensitifs. La direction des courants induits même paraît avoir une certaine influence, car A. Becquerel a remarqué que dans le traitement des névralgies par ces courants il valait mieux employer le courant direct.

Cette influence de la direction des courants a une grande valeur en pratique, et nous y attachons une grande importance.

L'École allemande nous paraît avoir le tort de ne pas tenir compte de la *direction* des courants, mais uniquement de l'action plus excitante du pôle négatif; elle ne voit dans cette action, qu'une *modification moléculaire*, une *polarisation* spéciale et différente aux deux pôles. Matteucci a prouvé d'une manière incontestable, que ces différences tenaient surtout à des *phénomènes électrolytiques*; il a insisté en même temps sur la nécessité de tenir compte de la direction des courants. Cependant, ces explications pour tous ces phénomènes, sont peut-être trop exclusivement fondées sur des actions chimiques. Pour le nerf intact rattaché aux centres et partout protégé du contact direct des électrodes par les tissus ambiants et par l'épiderme, nous croyons que la *seule direction* du courant a une grande influence, selon qu'elle est identique ou opposée à celle que parcourt dans ce nerf l'influx nerveux.

EFFETS DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA NUTRITION GÉNÉRALE.

I. — Nous avons déjà vu l'influence des courants électriques sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose; il est incontestable qu'en traversant les corps vivants, les courants électriques

doivent agir de la même façon sur ces phénomènes, c'est-à-dire les augmenter. La nutrition est constituée par un mouvement continu d'échange moléculaire, qui se fait par endosmose et exosmose, et par conséquent en augmentant ces phénomènes, on active la nutrition.

Pour apprécier l'activité plus ou moins grande de la nutrition, le meilleur moyen est de rechercher les variations qui surviennent dans l'élimination de l'urée. Quelques physiologistes soutiennent, il est vrai, que l'urée n'est pas formée directement dans les tissus, et qu'elle ne se forme que dans les reins. Sans entrer dans les détails de cette question, nous ferons seulement remarquer, que l'urée est un produit d'oxydation des substances azotées, et que lors même qu'elle n'existerait pas toute formée dans le sang, les substances qui lui donnent naissance doivent être dans le sang avant son entrée dans le tissu rénal. Les reins peuvent peut-être déterminer la formation de l'urée, mais en agissant isomériquement pour ainsi dire, car nous croyons qu'il serait absurde de soutenir que les oxydations des substances azotées ne se font que dans les reins. Quelle que soit la théorie qu'on adopte, on peut donc toujours juger de l'activité de la nutrition des tissus par la plus ou moins grande quantité d'urée qui est éliminée.

Les expériences que nous avons entreprises sur ce sujet, ont été faites sur nous et sur des animaux. Nous en avons présenté les résultats principaux à l'Académie des sciences (1).

Nous avons d'abord analysé l'urine avant et après l'électrisation, sans tenir compte de la quantité totale d'urine et du temps pendant lequel elle était sécrétée. On constatait ainsi que l'urine examinée après l'emploi des courants interrompus contenait beaucoup moins d'azote qu'avant l'électrisation ; après les courants continus centrifuges, nous trouvions également moins d'azote; mais nous en trouvions beaucoup plus après les courants centripètes. Voici quelques chiffres qui représentent l'azote retiré de 10 grammes d'urine (2) :

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 19 juillet 1869.

(2) Pour analyser l'urine, nous avons suivi le procédé de M. Leconte, qui consiste à décomposer l'urée par les hypochlorites alcalins, et à doser l'azote.

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
9 cc.	21 cc.	25 cc.	17 cc.
43	60	34	21

Remarquons que la quantité d'urée est extrêmement variable chez le lapin, suivant qu'il est à jeun ou en digestion, malade ou bien portant; c'est ce qui explique les différences notables de nos analyses.

Sans vouloir citer toutes les observations, nous mentionnerons des analyses analogues de l'urine de l'un de nous, faites avant et après l'électrisation sur la colonne vertébrale :

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
50 cc.	53 cc.	50 cc.	47 cc.
40	45	76	71

sur 10 grammes d'urine pour chaque analyse.

Dans une autre série d'observations, nous examinions l'urine sécrétée en vingt-quatre heures, avant et après l'électrisation. Le lapin était placé dans une cage destinée à recueillir l'urine, et électrisé pendant une demi-heure.

Dans ces conditions, on n'obtient pas des résultats bien tranchés, car au bout de vingt-quatre heures, il se forme dans l'élimination de l'urine une sorte d'équilibre et l'on ne peut juger exactement ce qui appartient aux courants.

Enfin, dans une troisième série, nous avons analysé l'urine sécrétée en un même temps, avant et après l'électrisation. De plus de 250 analyses d'urine faites dans ces diverses conditions, nous pouvons conclure : 1° que les courants interrompus diminuent la quantité d'urine ainsi que la quantité d'azote ; 2° que les courants continus centrifuges font habituellement baisser le chiffre de l'urée, et monter celui de l'urine; 3° que les courants continus centripètes exagèrent la production de l'urée sans accroître notablement la sécrétion de l'urine qui est même quelquefois diminuée.

Nous sommes disposés à croire que les courants interrompus

affaiblissent les phénomènes de nutrition générale, et que les courants continus, en facilitant l'endosmose et la dialyse, et en renforçant les courants électro-capillaires, accroissent les échanges qui se font dans les tissus; en outre, le courant centripète, en agissant sur le système nerveux central, détermine une réaction plus forte, une sorte d'état fébrile artificiel qui nous explique ses effets.

II. — Pour étudier sous un autre rapport l'influence des courants continus sur la nutrition générale, nous avons électrisé tous les jours de jeunes chiens, nés au laboratoire et élevés tous par la mère.

Nous en prîmes d'abord trois au hasard, et nous les pesâmes deux jours après leur naissance (1er mars 1869).

N° 1 pesait.......	369 grammes.	
N° 2 —	364	—
N° 3 —	382	—

Nous électrisâmes le n° 1 et le n° 2 tous les jours pendant un quart d'heure, en plongeant une des pattes de devant et une de derrière dans de l'eau tiède où se trouvaient les électrodes. Le n° 1 était électrisé avec un courant descendant, et le n° 2 avec un courant ascendant.

Le 22 mars, une nouvelle pesée nous donnait :

N° 1 (descendant) pesait......	1k,456gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,491gr.

Le 31 mars :

N° 1 (descendant) pesait......	1k,880gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,900
N° 3 (non encore électrisé)....	1k,860

Nous laissâmes alors le n° 1 sans l'électriser, et, en sa place, nous électrisâmes tous les jours le n° 3. Le 15 avril, nous avions les résultats suivants :

N° 1 (n'étant plus électrisé) pesait.....	2k,621gr.
N° 2 (électrisé depuis le 2 mars)......	2k,817
N° 3 (électrisé depuis le 31 mars).....	2k,763
N° 4 (jamais électrisé)..............	2k,345

Deux autres chiens, qui n'avaient jamais été électrisés, étaient morts pendant ce temps. Nous avons présenté ces jeunes chiens à la *Société de biologie* et, à la simple inspection, tous les membres présents ont constaté cette différence de développement.

Ces chiffres montrent que les chiens qui ont été électrisés sont ceux qui se sont développés le plus rapidement, et ils permettraient de conclure que les courants continus agissent sur la nutrition générale d'une manière très-efficace.

Néanmoins, nous ne le dissimulons pas, ces expériences n'ont qu'une valeur relative, car rien ne nous permet de supposer que tous ces jeunes chiens étaient issus du même père, et par conséquent on peut admettre que le hasard nous a fait choisir les chiens qui étaient de la race la plus grande.

Cependant les chiffres ci-dessus nous montrent que dès qu'un de ces chiens (nº 1) n'est plus électrisé, il perd proportionnellement aux autres de son poids, et, d'un autre côté, tous ces jeunes chiens paraissaient être de la même race.

M. Bert, ayant répété cette expérience sur de jeunes cobayes, annonçait à une séance de la Société de biologie du mois de juillet qu'il n'avait remarqué aucune différence entre les animaux électrisés et ceux qui ne l'étaient pas; ajoutons que M. Bert rationnait les cobayes, ce qui ôte beaucoup d'intérêt à cette observation, car il est trop évident qu'un animal ne peut s'accroître plus rapidement que les autres qu'à la condition de se nourrir davantage; une activité plus grande de la nutrition entraîne le besoin d'une alimentation plus copieuse.

III. — Rien n'est plus propre à montrer la différence d'action des courants continus ou interrompus sur les tissus vivants que l'application de ces courants sur certains éléments de l'organisme qui ne possèdent ni nerfs, ni vaisseaux, et qui pourtant sont doués de mouvements, nous voulons parler des cils vibratiles et des spermatozoïdes.

Pour les spermatozoïdes, des expériences analogues aux nôtres ont été faites par MM. Prévost et Dumas; nous ne connaissions pas ces observations antérieures quand nous avons commencé nos recherches qui nous ont conduit à des résultats identiques.

Les cils vibratiles donnent une démonstration plus évidente encore que les spermatozoïdes, en outre, le sens de leur mouvement étant toujours le même, on pouvait espérer qu'on trouverait une différence d'action pour les courants continus suivant le sens du courant ; en tout cas, c'était un fait intéressant à vérifier.

Voici en quelques mots comment nous disposons l'expérience : Sur une plaque de verre garnie de deux lames métalliques légèrement espacées, nous plaçons les épithéliums vibratiles ou les spermatozoïdes de façon qu'ils touchent les deux minces plaques de métal ; celles-ci sont mises en communication avec les appareils électriques munis d'un commutateur.

Les mouvements des cils vibratiles des cellules pharyngiennes de la grenouille sont notablement accélérés par le passage des courants électriques continus, quelle que soit la direction du courant ; l'observation est aussi nette que possible quand on agit sur des cils vibratiles dont les mouvements sont devenus très-lents, on les voit alors reprendre une nouvelle vigueur et s'agiter rapidement.

Les courants d'induction ralentissent au contraire le mouvement, puis l'arrêtent complétement ; cependant la vie des éléments anatomiques n'est pas abolie après la cessation des ondulations, à moins que le courant employé soit très-fort ; en effet, si l'on cesse d'électriser, ou mieux si l'on fait usage de courants continus, le mouvement revient peu à peu. L'expérience est plus difficile à exécuter avec les cellules à cils vibratiles de la trachée des mammifères, mais elle réussit également.

Pour les spermatozoïdes, les choses se passent à peu près de la même façon, mais il n'y a pas autant de netteté, la différence d'action des courants continus et interrompus n'est pas aussi marquée, quoiqu'elle ne soit pas douteuse.

C'est en vain que nous avons tenté d'arrêter le mouvement vibratile des cils avec les courants continus en donnant à ceux-ci une direction opposée à celle du mouvement, c'est-à-dire en plaçant le pôle positif du côté où les cils s'abaissent et le négatif du côté où ils se relèvent ; contre notre attente, les ondulations devenaient plus rapides.

Pour expliquer ces faits, il est impossible de songer à une modification de la nutrition causée par l'électrisation de ces éléments séparés du reste de l'organisme ; il est impossible également d'invoquer la décomposition chimique des liquides, car l'augmentation dans la rapidité des mouvements est immédiate sous l'influence des courants continus. Il y a là simplement excitation de l'élément anatomique ; cette excitation se traduit ici par des mouvements, elle se manifesterait par une production de chaleur, de lumière ou d'électricité si l'élément était apte à déterminer ces phénomènes.

IV. — Les combinaisons chimiques de toutes sortes qui se font dans les tissus vivants donnent lieu à des courants électriques. On sait que ces courants ont été constatés pour les nerfs et les muscles. Il existe également un courant musculo-cutané et un courant entre la face externe et la face interne de la peau (Cl. Bernard).

On peut dire même qu'il n'y a pas de parties ni d'éléments de l'organisme où il ne se fasse des courants électriques. M. Becquerel a découvert qu'il y a production de courants électriques dans toutes les actions capillaires (1), et par conséquent il doit y avoir partout dans l'organisme formation de courants, aussi bien dans les éléments mêmes que dans les intervalles qui les séparent.

M. Becquerel (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 7 juin 1869) a trouvé que la force électro-motrice du sang artériel et du sang veineux est égale à 0,57; celle d'un couple à acide nitrique étant 100. La force électro-motrice qui se manifeste au contact du sang veineux provenant des vaisseaux contigus à l'artère fémorale et d'un tissu cellulaire humecté de sérosité est de 0,30, celle du couple à acide nitrique étant 100.

Nous croyons que M. Becquerel s'est trompé lorsqu'il considère l'état morbide d'un organe comme le résultat de la dilatation des pores et de la cessation des forces électro-capillaires, mais ce qu'il

(1) M. Becquerel recommande les piles électro-capillaires dans tous les cas où l'on a besoin d'actions électro-chimiques lentes, régulières et continues. Ces pôles ont en même temps une forte tension, et si leur construction était facile et peu dispendieuse, elles seraient certainement les plus avantageuses à employer en médecine.

y a de certain, c'est qu'il a apporté aux phénomènes qui se passent dans les capillaires, la seule explication satisfaisante. On comprend en effet difficilement que les seules lois d'endosmose et de diffusion puissent rendre compte de la rapidité de l'échange liquide et gazeux qui se fait entre les capillaires et les tissus contigus. Comment d'ailleurs se fait-il que dans un cas (grande circulation), l'oxygène qui a tant d'affinité pour les globules du sang, quitte les globules, et que le sang revienne dans les veines chargé d'acide carbonique? Dans un autre cas (circulation pulmonaire), le sang arrivant aux poumons, se débarrasse rapidement de son acide carbonique et prend de l'oxygène. M. Becquerel n'a cherché qu'à expliquer les phénomènes électro-capillaires qui se passent dans les capillaires des tissus, mais sa théorie est tout aussi exacte pour les capillaires des poumons. Seulement, dans ce dernier cas, le phénomène est inverse, c'est l'acide carbonique qui est expulsé, et c'est l'oxygène qui rentre dans le sang des vaisseaux efférents; mais aussi, l'électricité des parois a également changé de parois. L'oxygène, en effet, au lieu d'être du côté de la surface interne, comme pour les capillaires des tissus, est pour les capillaires du poumon du côté de la surface externe; les phénomènes d'échange et de transport matériel doivent donc être, comme cela a lieu, inverses dans les deux cas.

Il faut bien remarquer que tous les phénomènes d'échange de gaz et de liquides se font dans l'organisme avec une rapidité telle qu'il est impossible de les expliquer par le seul fait de l'endosmose, qui d'ailleurs est accompagné de phénomènes électriques et qui est augmenté dans de notables proportions par les courants. Sans l'intervention des phénomènes électro-capillaires, il est réellement impossible d'expliquer l'introduction de l'acide carbonique dans les capillaires. Pour les vaisseaux des poumons, on peut prétendre que l'oxygène a beaucoup d'affinité pour les globules et que l'acide carbonique n'en a pas; mais pour les capillaires des tissus, comment se fait-il que l'acide carbonique, qui a si peu d'affinité pour les globules, vienne s'y déposer et pénètre même dans des vaisseaux où la tension est plus élevée que dans les tissus d'où il provient?

D'un autre côté, plusieurs expériences prouvent que l'oxygène qui se trouve dans le sang qui revient des poumons s'y trouve à l'état d'ozone. Et comment y serait-il sous cette forme, s'il n'avait éprouvé dans les capillaires l'influence de courants électriques ?

V. — Dans les effets chimiques des courants électriques, on observe un phénomène remarquable qu'on appelle *cémentation*, et qui consiste en une action moléculaire en vertu de laquelle des éléments de différente nature sont introduits dans l'intérieur des corps, tandis que d'autres sont expulsés, et cela sans que le corps perde sa forme. M. Becquerel a réussi à obtenir plusieurs transformations de ce genre, à l'aide de courants voltaïques très-faibles, mais longtemps prolongés. Ce qu'il y a de particulier dans cet ordre de phénomènes, c'est que l'effet ne se produit pas seulement à la surface, mais qu'il y a pénétration inter-moléculaire et substitution d'un métal à l'autre sans altération de forme extérieure.

N'est-ce pas là ce qui a lieu en grande partie pour les corps organiques ? Les éléments anatomiques, fibres musculaires, cellules nerveuses, etc., éprouvent constamment des changements moléculaires dans toutes leurs parties, mais la forme extérieure reste toujours la même. Certes, et nous l'avons déjà dit souvent, l'électricité n'est point la cause première de ces transformations moléculaires, mais d'un autre côté, elle est plus qu'un simple phénomène accessoire, car si les combinaisons chimiques des tissus vivants ne sont pas l'effet des courants électriques, il est incontestable qu'ils donnent naissance à des courants électriques et que ceux-ci à leur tour influent sur ces combinaisons chimiques. Que de faits tirés des phénomènes journaliers montrent que, même pour les corps inorganiques, il y a toujours une relation intime entre la production d'un courant et l'action chimique. Le fer et la fonte s'altèrent d'autant plus vite qu'il y a déjà quelques points oxydés sur leur surface. Il en est de même pour le plomb, dès qu'il est en contact avec un métal inoxydable. Pour les corps organiques, ces relations sont encore plus grandes, et même il devient difficile de définir très-exactement ce qui est cause et

ce qui est effet. La chaleur animale, par exemple, est bien le résultat des oxydations qui ont lieu dans les tissus vivants, mais on peut dire tout aussi exactement qu'elle est cause des changements moléculaires qui se font pendant la vie. N'est-ce pas elle qui met en activité les oxydations qui accompagnent l'éclosion de l'œuf? n'est-ce pas elle encore qui, en maintenant un certain milieu, permet aux organes de fonctionner et y favorise les modifications moléculaires?

Il en est de même des phénomènes électriques. Le raisonnement et l'expérience ont démontré que les combinaisons chimiques qui se font dans tous les tissus vivants engendrent des courants électriques, et cela non-seulement dans les muscles et les nerfs, mais dans tous les éléments du corps, partout en un mot où il y a échange de matière.

C'est pour cette raison que les courants agissent si énergiquement sur la nutrition même des parties profondes, et le professeur Niémeyer, quoique peu enthousiaste, les regarde « *comme un moyen plus puissant que n'importe quel autre pour modifier les conditions nutritives des parties situées dans la profondeur.* »

Nier que des courants électriques sont formés dans tous les tissus et qu'ils concourent à la nutrition, c'est tomber dans une exagération plus grande peut-être que celle des médecins qui veulent faire dépendre tous les phénomènes vitaux de courants électriques. Les uns auraient tout aussi raison de soutenir que les combinaisons organiques ne donnent lieu à aucun dégagement de chaleur, et les autres que l'influx nerveux, sa propagation, son action sur les muscles, etc., ne sont autre chose qu'un phénomène de chaleur.

Cette assimilation, sous certains rapports, de la chaleur et des courants électriques, nous montre comment on peut considérer d'une manière générale les effets de l'électricité sur les corps vivants. L'un et l'autre de ces agents sont le résultat de la nutrition des tissus et tous deux, agissant du dehors, soit par le milieu ambiant pour la chaleur, soit par une introduction directe pour l'électricité, augmentent l'énergie vitale et excitent tous les organes.

D'un autre côté, leur action inopportune, trop longtemps prolongée ou trop grande, épuise et tue.

La plupart des médicaments n'ont d'ailleurs d'autre but que de limiter la nutrition, ou de l'exagérer; de détruire les agents trop actifs de l'oxydation, ou d'introduire dans l'organisme des substances oxydantes. De même, les courants électriques doivent être appliqués selon les cas, pour augmenter ou modérer les actes vitaux. Leur effet est plus rapide et plus énergique que celui produit par la chaleur, par cela seul que, sur tous les corps, ils ont une action bien plus puissante. Un courant très-faible parvient à faire ou à défaire des combinaisons sur lesquelles la température la plus élevée n'a aucune influence. Mais, pas plus pour les corps organiques que pour les corps inorganiques, l'électricité n'a une action mystérieuse ; si la cause première en est inconnue, il en est de même de toutes les autres forces, et nous sommes tout aussi ignorants sur la nature de la chaleur et de la lumière. La seule chose d'ailleurs qu'il nous importe de savoir, c'est son influence sur les éléments des corps vivants, ses effets physiques, chimiques et physiologiques sur chaque organe et sur la nutrition générale, ses différences d'action selon son mode de production et enfin les limites dans lesquelles on peut l'employer.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Coup d'œil sur les connaissances touchant la structure de la rétine acquises de 1856 *à* 1868, par M. le prof. W. Krause de Göttingen (1).

(Suite.)

Il n'est pas prouvé, selon M. Krause, que les plus petits objets que nous puissions apercevoir à une petite distance, répondent au plus petit diamètre de l'épaisseur des cônes, ou mieux encore de leurs segments externes. Les

(1) Traduit de Krause, par M. le Dr Galezowski, dans : Schmidt's *Jahrbücher der in- und auslændischen gesammten Medicin.* Leipzig, 1868, N° 8, Bd. 139, p. 145.

objections suivantes peuvent être faites à l'hypothèse qui veut que les cônes et les bâtonnets soient des organes chargés de transmettre à la rétine des sensations lumineuses. Quoique, d'après les recherches de Brucke, les segments externes des bâtonnets possèdent une action catoptrique, il reste pourtant douteux que cette propriété de réfléchir la lumière existe en réalité.

Chez les oiseaux et les amphibies, il se trouve dans le segment externe des cônes des gouttelettes huileuses et une interruption (espace vide) qui n'a pas la nature nerveuse des cônes, mais elle exerce simplement une action optique sur ces derniers. Chez le lézard, certaines nuances principales du spectre sont remplacées dans les couleurs de ces gouttelettes huileuses. Peut-être cette circonstance indique-t-elle une action des cônes sur la sensation des couleurs. Au point de vue anatomique, on nie généralement que la connexion des fibres optiques avec les cônes et les bâtonnets soit démontrée chez les vertébrés ; par conséquent, pour ceux qui nient cette connexion, la terminaison du nerf optique est encore inconnue. Plus tard, Krause (1868) a fait connaître la longueur des cônes dans la *Fovea centralis* chez l'homme qui est de $0^{mm},076$, d'où 0,023 pour le segment interne. L'épaisseur du segment externe s'élève à $0^{mm},0007$ ou $0^{mm},0008$. Ces chiffres ont été obtenus sur des préparations faites au moyen de la solution de Muller (bichromate de potasse) dans laquelle les yeux ont été plongés un quart d'heure après la mort.

Autour des vaisseaux, His (1865) a remarqué des réseaux lymphatiques périvasculaires. Les oiseaux, les reptiles, les amphibies et les poissons sont d'après Muller complétement dépourvus des vaisseaux sanguins dans la rétine. Le cheval en possède dans une petite étendue autour du nerf optique. La rétine du lièvre ne possède pas de fibres nerveuses à double contour.

M. Schultze (*Uber den gelben Fleck*, 1866) a étudié le pigment de la *macula lutea* (tache jaune) chez l'homme. Ce pigment est, comme nous le savons, une substance d'un jaune-citrin et d'un jaune-orangé pâle qui se montre entre les fibres et les cellules dans la couche interne de la rétine. Cette substance ne se dissout pas dans l'eau et semble être de nature graisseuse. La macula lutea absorbe une certaine quantité de couleur bleue ; il est évident que, sans cette absorption, on apercevrait plus distinctement le spectre à l'extrémité violette et la couleur serait plus intense. La dyschromatopsie de la couleur violette peut être parfois produite artificiellement par la santonine ($C^{30}H^{18}O^{6}$) et elle est due à l'augmentation de l'intensité de la couleur jaune de la macula. Il en est de même chez les ictériques qui ne voient que la couleur jaune, ce que Krause (1868) attribuait à l'infiltration de la bile dans le cristallin.

Pendant l'intoxication de la santonine, on observe la sensation (perception) violette des couleurs foncées; elle peut être justifiée par l'effet de la couleur complémentaire. La diminution du sens chromatique à une petite distance du bord de la *macula lutea* paraît avancer parallèlement avec les cônes de la rétine, qui sont considérés comme éléments de la faculté chromatique. La coloration de la tache jaune cause probablement la diminution de l'aberration

chromatique et peut-être aussi dans la modification de rayons chimiques les plus actifs.

M. Schultze (1866) considérait la surface limitante entre les segments internes et externes des cônes, qui mesure à peu près 0,001^{mm}, dans la *fovea centralis* chez l'homme, comme une surface ayant la faculté de perception de la lumière. La lumière réfléchie par les segments externes est perçue; et puisque ces segments » réfléchissent », incontestablement ils ne peuvent pas à la fois « percevoir » l'impression lumineuse.

Le sens chromatique est dû, d'après le même observateur, exclusivement aux cônes. Pour confirmer ces faits, il cite : La diminution de la faculté de discerner les couleurs dans les parties périphériques de la rétine, la structure des segments internes par les fibres fines et la ramification des fibres des cônes dans la couche intermédiaire aux granulations. Les cônes chez les oiseaux contenant des gouttelettes graisseuses colorées, sont destinés à l'impression de ladite couleur. Le hibou manque de pigmentation ; les granulations de pigments sont pour la plupart jaunes-claires et destinées selon toute probabilité à absorber les rayons lumineux bleus et violets.

Hensen (1866) considérait les gouttelettes huileuses colorées chez les oiseaux comme des appareils à correction pour retenir les rayons chimiques les plus actifs provenant des segments externes. L'impression de la lumière a été regardée par Hensen comme dépendante des segments externes des cônes.

M. Schultze (*Archiv.* 1866) a prouvé également comme Henle (1865) et plus tard Hulke (1867), la découverte faite par Krause (1861) de la constitution des bâtonnets chez l'homme par les segments internes et externes au moyen de l'acide nitrique. Cette découverte a été attribuée par Muller à une apparence purement cadavérique. Les myélocytes homogènes des cônes sont ovales et possèdent un nucléole brillant. Du noyau des cônes partent des fibres d'une épaisseur de 0^{mm},003, qui sont pourvus à leurs extrémités d'un corps conique. A son extrémité antérieure, on voit de nombreux prolongements droits ou courbes.

Les bâtonnets sont en connexion directe avec leurs granules, ou bien cette annexion se fait au moyen de leurs fibres fines et variqueuses. Ces granulations possèdent une substance finement granuleuse et un noyau brillant. Les fibres des bâtonnets et celles des cônes s'épanouissent dans la couche intermédiaire aux granulations ; elles sont un peu renflées et n'envoient aucun prolongement. Au niveau de la tache jaune, les fibres des cônes et des bâtonnets sont beaucoup plus longues, elles prennent la direction transversale comme l'a signalé Bergmann.

Les premières sont pourvues de corpuscules coniques, sur le bord externe de la couche intermédiaire de ces mêmes corpuscules. La couche externe des fibres de Henle n'est autre chose qu'une partie interne sans noyaux de la couche externe des granulations. Cette partie interne est composée des fibres des bâtonnets et des cônes. Les corpuscules coniques que

Henle (*Eingeweidelehre*, 1865, fig. 516) avait observés à la face externe de la couche fibreuse externe sont en réalité à sa face interne.

La tache jaune dans la rétine des singes est analogue à celle de l'homme. Les fibres des cônes sont très-épaisses et sont visibles dans le sérum, même sans aucun réactif ; de plus, elles sont complétement unies. Les cônes manquent chez le hérisson, la taupe, la souris et le cochon d'Inde. Le chat possède des cônes très-minces, le lapin, le rat et peut-être le cochon d'Inde ne possèdent qu'une apparence des cônes. D'après Ritter, ils manquent également chez la baleine. Chez l'homme, le singe, le mouton, le bœuf, le cochon et le cheval, il y a constamment entre deux cônes de deux à quatre bâtonnets, chez le chien de quatre à six. La rétine du rat possède une couleur rougeâtre, les bâtonnets ont $0^{mm},001$ d'épaisseur, ceux du hérisson $0^{mm},0014$ et ceux du cochon d'Inde, de la souris et de la taupe ont un épaisseur de 0,0016 à $0^{mm},002$. La raie et probablement le *Petromyzon fluviatilis* ne possèdent que des bâtonnets ; cependant H. Muller (1862) a trouvé chez le *Petromyzon marinus* des bâtonnets et des cônes. Les poissons osseux donnent lieu relativement aux cônes, aux bâtonnets et aux granulations externes, aux mêmes considérations que les mammifères.

Les oiseaux possèdent des cônes en très-grand nombre. Leurs segments externes sont coniques et se coudent souvent à angle très-aigu. Les dessins faits par M. Schultze se distinguent de ceux de Hannover par l'abondance des gouttelettes huileuses jaunes, par les cellules coniques et enfin par les bâtonnets. Schultze ne mentionne pas les magnifiques dessins colorés de Nunneby (1858, pl. X) reproduisant très-exactement ces éléments chez les oiseaux et la tortue, quoiqu'il cite les travaux de Nunneby sur les reptiles. Chez le pigeon, la partie latérale de la rétine est pourvue de cônes très-minces, remplis de gouttelettes huileuses jaunes et en une très-petite quantité des bâtonnets ; de plus, ils paraissent posséder à la partie postérieure de l'œil une *fovea centralis*, comme M. Muller l'a constaté chez plusieurs oiseaux. Les deux *fovea* du *Falco buteo* contiennent exceptionnellement des cônes très-minces, pourvus des gouttelettes huileuses jaunes. Les corneilles (*Corvus cornix* et *corax*) possèdent une seule *fovea centralis* postérieure, dans laquelle l'épaisseur des bâtonnets est moindre que dans les autres rétines. Chez le hibou (*Strix aluco, noctua, flammea*) les gouttelettes huileuses jaunes sont très-pâles, et les rouges font défaut complétement. Les bâtonnets sont très-longs, leurs segments externes sont d'une couleur rougeâtre.

Relativement aux reptiles, nous savons que les cônes de la tortue contiennent des gouttelettes graisseuses incolores, jaunes et rouges. Leydig a constaté chez *Lacerta agilis* des éléments plus ou moins minces pourvus de gouttelettes graisseuses jaunes, remplis de pigment *diffusus*. L'*Anguis fragilis* possède seulement des cônes contenant des gouttelettes graisseuses. Le *Coluber natrix* possède des éléments en forme de cônes dépourvus de granulations, de même le caméléon, d'après M. Muller. Albers a vu chez la tortue géante une *fovea centralis* ayant le bord jaune. Dans les éléments plus étendus chez le *La-*

certa agilis et *viridis*, on trouve des gouttelettes graisseuses pâles et d'autres contenant des cellules graisseuses incolores. La couleur de ces cellules chez l'*Anguis fragilis* a été dite par M. Schultze « jaune éclatante », et non, comme l'a appelée Hulke, « vert pâle ». Chez les Spilotes, on trouvait des cônes très-apparents.

M. Muller a vu chez les caméléons, dans la portion interne des segments internes des cônes, un corps ayant la forme ovale et mesurant 1 centième de millimètre dans sa hauteur. M. Schultze (1866) a constaté ce fait chez les *Lacerta agilis* et *Anguis fragilis*.

Ce corps pourrait bien être une lentille concentrant la lumière. Krause (1863) avait considéré ce même corps comme un noyau chez le *Lacerta agilis*.

Chez les oiseaux, les granulations et les fibres des bâtonnets et des cônes n'offrent aucune différence sensible. Tous les deux sont pourvus à leurs extrémités d'un renflement conique. La même chose se passe chez la grenouille, dont les corpuscules des bâtonnets touchent la membrane limitante externe, les corpuscules des cônes la touchent à l'intérieur de ceux des bâtonnets. Ces corpuscules coniques se colorent en noir très-foncé dans l'acide nitrique.

Les stries transversales des corpuscules des bâtonnets ont été plusieurs fois constatées par Schultze chez certains animaux suceurs; — par contre, ils ont été négligés par Ritter chez les autres animaux vertébrés dans tous les corpuscules des cônes.

Sur les cellules pigmentaires de la choroïde, on trouve des réseaux capillaires remplissant les espaces entre les segments externes. M. Schultze affirmait que les cônes sont plus fins dans la *fovea centralis* que dans la *macula lutea*. L'extrémité des segments externes s'élève à $0^{mm},0006$; leur base à $0^{mm},001$.

Par contre, la longueur est plus considérable; elle s'élève, en comptant l'épaisseur des cellules pigmentaires, à $0^{mm},118$, par conséquent plus que le double des cônes périphériques, qui mesurent dans le même œil $0^{mm},047$. La longueur des cônes d'après M. Schultze n'a pas pu être précisée, car on ne sait pas combien il faut retrancher pour le pigment. A propos du développement de la rétine, le même observateur (1862) a fait des recherches sur un poulet.

Le feuillet externe de la vésicule oculaire primitive appartient à la couche pigmentaire de la choroïde, le feuillet interne appartient à la rétine. La limite externe du feuillet interne forme la membrane limitante externe. Les cônes se développent le neuvième jour après l'incubation sous forme d'hémisphères sur la membrane limitante externe. Dans les intervalles de ces cônes, on voit les jours suivants des bâtonnets se former de la même manière.

Les cônes s'allongent et reçoivent à leur extrémité un noyau brillant, qui se colore en rouge foncé le dix-huitième jour, les autres prennent l'aspect jaune et augmentent leur nombre. En même temps, l'élément des cônes est relativement plus mince et plus étroit, les bâtonnets au contraire sont plus

épais que les cônes. Sur les cônes, on voit au vingtième jour naître les segments externes. Ceux des bâtonnets se développent sous forme de cellules brillantes, à l'extrémité libre des lobes cérébraux; ils deviennent cylindriques, tandis que les segments externes des cônes ont leur extrémité terminée en pointe. Tous les éléments, chez les poulets éclos, sont complétement développés; seulement la partie antérieure est toujours un peu retardée dans son développement, puisqu'elle est développée autant à son vingt et unième jour que la partie postérieure au dix-septième.

Babuchin (1863, 1864) a observé que chez la grenouille et la larve de triton, les cônes et les bâtonnets se développent comme les excroissances des cellules de la couche granuleuse externe. Il en est de même pour les poules et les rongeurs.

M. Schultze a trouvé les mêmes rapports dans l'embryon du lapin, du bœuf et du mouton. Les embryons de ce dernier animal possèdent déjà des bâtonnets qui sont plus fins que chez le mouton adulte.

Steinlin (1866) a modifié beaucoup les vagues données qui ont été adoptées conformément aux cônes et aux bâtonnets. Ces derniers ne doivent pas exister comme ils ont été décrits par les auteurs, seulement ils sont confondus avec d'autres éléments de la rétine. Puisque ces idées sont basées sur l'emploi d'une méthode qui tend plutôt à obscurcir la structure des cônes et des bâtonnets, il sera plus prudent de ne pas tenir compte des découvertes de Steinlin.

D'après cet auteur, il existe une substance entre les bâtonnets et les cônes. Chez la tortue et les poissons, principalement chez la raie comme chez le *Lophius piscatorius*, on voit une fibre variqueuse de Ritter qui prend naissance dans les granulations des cônes se rendant dans leurs segments internes. Chaque fibre des cônes est en connexion avec un corpuscule conique, qui est évident chez les poissons. Ils ont été décrits par M. Muller. Ces corpuscules coniques peuvent être constatés d'une manière plus claire et plus évidente chez les tortues et les oiseaux. De la base paraît naître une fibre. Chez le lézard, ces fibres sont anastomosées avec les fibres rayonnées, ce qui a pu être démontré chez le pigeon, dont les fibres des cônes allaient directement s'anastomoser aux fibres rayonnées.

Dans la couche intermédiaire aux granulations sur la tortue, Steinlin a observé les mêmes cellules étoilées que M. Muller avait déjà décrites chez le même animal et les poissons.

Dans la couche granuleuse interne, on distingue trois sortes de cellules, semblables aux cellules ganglionnaires; les plus évidentes sont celles du chien de mer, dont le diamètre varie entre 0,009 et $0^{mm},01$. La substance fondamentale des granulations internes a parfois la grandeur des granulations des cônes. Enfin, il y a des éléments en forme de fuseau, s'enchevêtrant avec les fibres rayonnées et qui envoient un prolongement à la choroïde; celui-ci s'anastomose à la fibre radiale et par cela même devient plus épais. Chez le chien de mer principalement, les fibres rayonnées dans la couche granuleuse interne

sont deux fois plus épaisses par suite de cette connexion que dans la couche granuleuse ; de plus, on a remarqué la connexion avec une cellule ganglionnaire.

Les corpuscules fusiformes peuvent par la rétraction prendre l'aspect d'un spectre à plusieurs angles.

La couche granuleuse possède essentiellement les mêmes dispositions dans toutes les classes d'animaux ; parfois elle forme des couches superposées les unes sur les autres, comme si elle était composée de plusieurs lamelles, ce que M. Muller a trouvé chez le pigeon.

Les prolongements des cellules ganglionnaires dans la couche granuleuse se distribuent en filaments extrêmement fins et s'anastomosent pour former un tissu conjonctif (?) avec les filaments pourvus d'un renflement à noyau et appartenant aux fibres rayonnées ; il y a en outre les cellules, situées plus intérieurement par rapport à la couche granuleuse interne. D'autres prolongements horizontaux des cellules ganglionnaires unissent ces dernières entre elles, ou bien ils se transforment en fibres optiques. Ces deux transitions ont été observées simultanément chez la raie.

Le nombre de cellules ganglionnaires, comparativement aux fibres nerveuses, paraît à Steinlin trop inférieur ; de sorte qu'il y aurait encore une autre terminaison de ces dernières dans les cellules ganglionnaires. Les fibres optiques, chez quelques poissons, contiennent du tissu nerveux, ce qui d'ailleurs avait été annoncé par M. Muller.

Une membrane hyaloïdienne n'existe point. Sur la partie externe de la membrane limitante interne, il doit se trouver un épithélium composé des cellules polygonales. Les fibres rayonnées traversent directement la couche granuleuse, sans prendre part à la constitution de son tissu. L'extrémité externe des fibres rayonnées se réunit et s'anastomose avec les granulations externes par lesquelles elles entrent en connexion avec les bâtonnets. Ces phénomènes peuvent être constatés chez la tortue, le lézard, les oiseaux et le chien de mer.

La fibre rayonnée est alors une partie complexe puisqu'elle contient dans son intérieur des fibres variqueuses des bâtonnets. Elles s'épanouissent dans l'épithélium de la membrane hyaloïde. Steinlin n'adopte pas la première idée de M. Muller, abandonnée depuis, afin de reconnaître les fibres rayonnées comme élément de la perception lumineuse. Leur épaississement en forme d'entonnoir présenterait alors les extrémités caractéristiques du nerf optique.

On répond à ces objections que ce qu'on a pensé être de l'épithélium, à la face externe de la membrane hyaloïdienne, n'est autre chose que des fragments des fibres rayonnées. Steinlin avait devant lui des fragments de la membrane limitante interne et les a faussement considérés comme un dépôt épithélial. Une connexion des noyaux des fibres rayonnées avec d'autres éléments de la rétine n'a jamais été contestée par aucun observateur.

Manz, dans son travail (1860), a nié complétement la présence des cellules ganglionnaires dans la rétine de la grenouille. Dans ses nouvelles recher-

ches (1866), il les a trouvées multipolaires avec 2 à 6 prolongements dont un s'épanouit dans un faisceau des fibres optiques. Un autre prolongement s'étend le long d'une fibre rayonnée conjonctivale, traverse la couche granuleuse en pénétrant dans la couche interne des granulations. Les fibres rayonnées servent pour ainsi dire de véritables guides ; ce fait a été publié d'abord par Babuchin (1863) comme certain. Hulke (1867) décrit la construction de la *macula lutea* chez l'homme d'après une préparation faite avec l'acide chromique. Son dessin la représente comme une étroite et profonde cavité.

Dans la *fovea centralis*, manquent les vaisseaux et la couche granuleuse. Les cellules ganglionnaires et les noyaux ne sont pas, dans le centre de la *fovea*, séparés les uns des autres, ni parsemés çà et là comme des cellules isolées. La couche des fibres qui occupe l'espace entre les granulations externes et la couche intermédiaire aux granulations, d'après Hulke, se compose exactement de fibres des bâtonnets et surtout des cônes. Les fibres rayonnées cessent pour la plupart dans la couche intermédiaire aux granulations. Les granulations internes sont en connexion avec les fibres fines qui traversent obliquement cette couche. La différence entre les segments internes et externes des bâtonnets chez l'homme a été confirmée par Hulke.

M. Schultze (1867) a constaté ce qu'avait dit Valentin (1862) que les segments externes des bâtonnets possèdent la propriété de double réfringence, de manière que l'axe optique prend la direction longitudinale, et que par rapport à lui, les bâtonnets sont doublement réfringents. La connexion des segments internes des bâtonnets avec chacune de leurs granulations par l'intermédiaire de la fibre fine et variqueuse qui les unit a été constatée chez le cochon d'Inde à l'état complétement frais. Cette fibre présente une petite saillie à une extrémité. Sa structure alors serait considérée comme une apparence cadavérique. Les fibres sont très-fines, très-déliées et deviennent facilement variqueuses; après un séjour prolongé dans le sérum-iodé, elles se divisent en un certain nombre de petites cellules.

Ces fibres des bâtonnets sont probablement des fibres nerveuses, les bâtonnets sont aussi une substance nerveuse. Les extrémités en forme de bouton dans la couche intermédiaire aux granulations, se continuent plus loin.

Dans les segments internes, il se trouve une partie réfringente présentant la forme d'un hémisphère. Cela se voit distinctement chez le brochet et la grenouille. Après la mort, il survient d'abord dans ce corps lenticulaire une opacité granuleuse. On ne saurait contredire que ce corps n'apparaisse en réalité après la mort comme premier phénomène cadavérique ; c'est qu'alors il se dessine plus nettement. Chez la grenouille on aperçoit aussi ces corps lenticulaires dans une préparation au bichromate de potasse.

La substance fondamentale des segments internes et externes serait identique ; toutes deux contiennent des cellules réfringentes; dans le segment interne, elles sont éparses ou bien elles sont adhérentes par place au corps ellipsoïde ; dans le segment externe, elles sont disposées en lamelles.

Dans les alcalis, les segments externes des bâtonnets s'entortillent; toutefois, ils restent homogènes, tandis que leur longueur augmente. Dans 35 pour 100 de potasse, ils restent pendant plusieurs heures sans éprouver aucun changemeut. L'épaisseur des lamelles qui constituerait leurs éléments serait chez le cochon d'Inde de $0^{mm},00087$. W. Zenker les a trouvés chez la grenouille de $0^{mm},00069$, M. Schulze chez la grenouille de $0^{mm},0005$, chez le triton de $0,00055^{mm}$, chez le pigeon de $0,0006^{mm}$, chez les poissons de $0,00068$ à $0,0007^{mm}$. Dans l'acide acétique, les lamelles paraissent beaucoup plus minces.

Dans les cônes des poissons et des suceurs à l'état frais, on ne voit aucune trace de ces corps lenticulaires, mais on les trouve chez le *Macacus cynomolgus* en traitant la rétine par l'acide nitrique. On les a trouvés cependant dans les cônes de la grenouille, du triton, de l'*Emys europæa* et de la poule, examinés à l'état frais.

Il faut aussi noter les cônes jumeaux que l'on trouve non-seulement chez les poissons, mais aussi chez le triton, les reptiles et les oiseaux. Les segments externes des cônes se séparent chez les poissons en lamelles de $0^{mm},00025$, $0,0005$ à $0,00066^{mm}$. ; chez la grenouille, l'un de ces cônes jumeaux possède une gouttelette huileuse ; son segment interne est un peu renflé à son extrémité externe ; celui de l'autre cône est pointu. Dans le premier, il y a en outre un cône ellipsoïde ; le second possède à sa base un corps brillant à l'intérieur et de forme ovale. Enfin, le dernier (ou le cône auxiliaire) est plus court que le cône principal. Ces données sont confirmées pour le triton, la grenouille, la poule, le faucon, nullement pour le lézard et la tortue. Dans le cône principal du lézard, existe la goutte graisseuse ; dans la partie externe du cône auxiliaire, il y a des pigments jaunes. Dans le cône auxiliaire de la poule et du faucon, on trouve vers l'extérieur un cône ellipsoïde jaune.

Les segments externes des cônes principaux paraissent être plus épais. Pour chaque cône jumeau, il ne doit y avoir qu'une seule granulation conique. Les cônes jumeaux chez les oiseaux sont jaunes. Les segments externes des cônes se composent chez le pigeon de lamelles ayant $0^{mm},0007$ d'épaisseur. Ces segments chez les reptiles sont d'une brièveté frappante.

Chez l'*Emys*, il y a des cônes simples sans gouttes graisseuses, mais pourvues d'un cône ellipsoïde. Les tritons ne possèdent dans leurs cônes aucune gouttelette graisseuse.

L'épaisseur des lamelles paraît difficile à apprécier, car on semble en apercevoir de plus fines que celles qui ont pu être mesurées.

En réalité, d'après Krause, les choses sont ainsi : les segments externes se séparent transversalement comme nous l'avons dit plus haut, ailleurs ils se séparent longitudinalement. Les lamelles épaisses sont les seules qui ont pu être mesurées, d'autres plus fines échappent aux échelles récentes. En réalité, l'acceptation d'une certaine épaisseur des lamelles est complétement arbitraire, et l'accord entre leur épaisseur et la longueur des ondes vibratiles

(0,0004, 0^{mm},0007) ne doit être nullement considéré comme un fait du hasard, mais il faut supposer que M. Schultze et W. Zenker étaient déjà prévenus en faveur de leur théorie, lorsqu'ils ont entrepris l'étude microscopique des lamelles.

W. Zenker (1867) a mentionné que la principale difficulté de l'explication de la perception de « lumière » serait de savoir : comment le mouvement que nous appelons la lumière aurait la faculté d'exercer son influence sur les molécules ?

On a reconnu aux segments externes des bâtonnets une certaine faculté d'absorber la lumière qui, dans tous les cas, appartient à un degré beaucoup plus grand, au pigment choroïdien (Krause). Les ondes lumineuses étant réfléchies, sont en état de vibration comme l'a démontré l'observation sur un œil vivant à l'aide d'un appareil de polarisation, et sont sur le même plan que le rayon incident ; par conséquent, ils peuvent former avec lui des ondes perpendiculaires. Zenker déclare être partisan de l'opinion qui veut que la perception lumineuse est accomplie par les segments externes et non par ceux qui sont internes.

L'analogie avec l'œil des céphalopodes confirme le même fait; chez ces animaux, la présence des ondes perpendiculaires ne se manifeste que dans les segments externes, tandis qu'il est démontré que le mouvement de l'œil des invertébrés et principalement des céphalopodes d'après le type commun des vertébrés n'est pas complet (Krause). En outre, Zenker croit que les céphalopodes aperçoivent les couleurs, mais comment et dans quelle circonstance ? les recherches ont été faites, Zenker n'en donne aucune explication.

Enfin, Zenker dit que la structure des lamelles des segments externes est un produit artificiel, d'apparence cadavérique, aussi bien que les stries longitudinales de ces mêmes segments. Zenker donne 0^{mm},00065 comme épaisseur moyenne des lamelles. Celle des bâtonnets serait égale à 1.5. Dans cet espace, il y a des ondes perpendiculaires dont : 3 du rayon C, 4 du rayon F, 5 du rayon H, qui correspondent exactement aux couleurs principales rouge, vert, violet, et à l'épaisseur des lamelles. Cependant Zenker s'efforce vainement d'obtenir la définition de ces recherches. Le chiffre 1.5 est purement imaginaire, et l'épaisseur des lamelles varie alors d'après les communications de Zenker et M. Schultze entre 0,0005 0^{mm},00087.

La valeur de ces calculs est démontrée : ce sont des assertions dépourvues de tout fondement.

Si Zenker veut dans des pareils chiffres chercher les raisons physiologiques pour que ces couleurs soient regardées comme principales couleurs, alors, nous n'aurions encore à ce sujet aucune donnée physiologique.

D'ailleurs, il existe entre Zenker et Schultze une différence essentielle : le premier admet que les bâtonnets peuvent percevoir les couleurs ; le second, d'après ses recherches sur les animaux nocturnes, leur conteste cette propriété. Il paraît que ces deux observateurs ne se sont pas aperçus de la contradiction

évidente dans laquelle se trouvent les déductions de Zenker avec la théorie qu'il avait établie sur les animaux nocturnes.

Si les bâtonnets (d'après Zenker) sont si favorables à la perception lumineuse, comment se fait-il donc que ces animaux qui, d'après M. Schultze, ne voient pas les couleurs, possèdent de si gros bâtonnets (Krause)?

Hensen (1867) précise la nature des filets de Ritter. Il considère le dessin de Schiess comme n'étant pas conforme à la nature. Si Hensen avait suivi les méthodes de représentation employées par Ritter et Schiess, il aurait été surpris de voir d'autres bâtonnets encore plus volumineux.

Hensen a aperçu un point central sur la surface d'une section transversale du segment externe, exactement comme cela avait été démontré chez la souris et le cochon d'Inde. Dans la préparation avec de l'acide chromique, on a observé un filet central dans le segment externe de ces mêmes animaux et de l'homme. Quant aux différentes formes représentés par Hensen, elles ne sont que la conséquence de la décomposition, comme on le voit d'ailleurs dans les rétines qui n'étaient pas traitées par l'acide nitrique et quand l'œil n'est plus à l'état frais. Chez la grenouille, les segments externes des bâtonnets frais sont striés longitudinalement à leurs surfaces. Traités par l'acide nitrique, ils se gonflent jusqu'à former des corpuscules fusiformes qui renferment plusieurs filaments, ordinairement au nombre de trois. Dans les gouttelettes huileuses des cônes, Hensen prétend avoir observé un filament (segment interne des cônes. Krause).

Hensen a pris le cylindre-axe des segments externes pour la terminaison du nerf, c'est-à-dire pour la continuation de la cellule, dont le noyau est contenu dans une substance particulière, qui est entourée encore des fibres (stries longitudinales des bâtonnets de la grenouille appartenant à la cellule). La substance du segment externe (d'après Hensen), occupe le pourtour du cylindre-axe du côté des pigments de la choroïde. La perception lumineuse, d'après Hensen, se fait par un mécanisme chimique. Par l'ondulation il se forme des matières dans la substance des bâtonnets ayant une action évidente soit sur cette substance, soit sur les cylindre-axes. Ces matières pourraient prendre leur origine à différentes sources et favoriser l'impression des couleurs (que M. Schultze attribue aux cônes). Bien que l'irritation dans les bâtonnets disparaisse très-rapidement, l'image dans tous les cas se manifeste dans les organes centraux, c'est-à-dire dans les cellules ganglionnaires de la rétine ; par conséquent, ils vont se neutraliser par certaines dispositions particulières. Cette supposition donne lieu à croire que l'image doit avoir certaines relations avec l'état des granulations des bâtonnets et des cônes.

M. Schultze (1867) a donné de nouvelles indications sur le développement de la rétine. Hensen (1866) avait affirmé que les segments externes des bâtonnets et des cônes prennent leur origine du feuillet externe de la vésicule oculaire primitive. Chez les petits de certains animaux, comme le chat et le lapin, on ne trouve aucune trace des bâtonnets ni des cônes. Chez le premier, on avait aperçu quatre jours après la naissance, sur la membrane limitante

externe, des petites bosselures très-serrées comme des tiges disposées les unes à côté des autres. Du cinquième au sixième jour, on voit apparaître les segments externes qui sont courts et brillants, formés de deux ou trois lamelles. Du huitième au neuvième jour, ils présentent la longueur de $0^{mm},0004$, et sont formés de quatre à cinq lamelles de $0^{mm},0008$ d'épaisseur. Chez le lapin, on voit le troisième jour sur la membrane limitante externe de petites saillies hémisphériques ; le huitième jour, elles ressemblent à des filaments très-minces. Le nombre des lamelles dans les segments externes s'élève de quatre à six, leur épaisseur est la même que chez les animaux adultes, dont le segment externe est de $0^{mm},024$ de longueur contenant environ trente lamelles. En tous cas, les segments externes prennent naissance de la prolongation successive des segments internes, par conséquent du feuillet interne de la vésicule oculaire primitive. Chez le poulet, le fait se comporte également de la même manière, comme il a été constaté relativement aux cônes. D'après ce que nous venons de dire, le pigment de la choroïde doit être considéré comme appartenant à la rétine.

Hasse (1867) confirme l'existence des cylindre-axes du segment interne des bâtonnets, qui ont été antérieurement décrits par W. Krause (1861).

Cette étude a été faite chez l'homme à l'aide d'une préparation dans la solution indiquée par Muller. Il a constaté en outre l'existence des pyramides des bâtonnets, les déclarant plus tard (1867) comme une apparence constante, tandis qu'auparavant il les a considérées comme des varicosités. Leur réseau atteint la couche intermédiaire aux granulations. Les pyramides des cônes envoient trois prolongements qui s'épanouissent dans la couche intermédiaire.

Sur les granulations internes, on remarque constamment deux prolongements, un central et un périphérique.

Hulke (1867) trouva dans la couche granuleuse externe chez les amphibies et les reptiles les fibres des cônes, et les fibres des bâtonnets juxtaposées obliquement. En dehors de la couche intermédiaire, ils s'entrecroisent les uns avec les autres, forment ensemble un faisceau pour composer ensuite un plexus, dont les fibres isolées s'épanouissent dans la couche intermédiaire. On trouve aussi dans la couche granuleuse interne des fibres qui s'épanouissent obliquement et qui se rattachent à deux différentes espèces de cellules. Le plus souvent, se sont des petits corpuscules sphériques, bipolaires, semblables aux noyaux.

On trouve en nombre moins considérable des plus grandes cellules ramifiées et pourvues de noyaux. Ces cellules reçoivent des fibres plus volumineuses à leur surface externe, et envoient des fibres à la partie interne qui, après la couche granuleuse, s'épanouissent obliquement. Les filaments des granulations internes doivent être en connexion avec les cellules ganglionnaires.

Sur l'existence des cônes dans la rétine du sanglier Hulke, (1867) n'avait rien pu affirmer. Entre les segments externes et internes des bâtonnets, on a

trouvé une grande différence. Les granulations internes sont en partie multipolaires.

Gulliver (1867) a trouvé une *Fovea centralis* chez certains *Sparoides*, notamment chez le *Pagellus*.

CONCLUSIONS PHYSIOLOGIQUES.

De toutes ces observations, W. Krause (1868) a conclu que l'opinion qui a été adoptée jusqu'ici, relativement à la terminaison du nerf optique par les bâtonnets et les cônes, ne peut plus être soutenue aujourd'hui.

Les raisons de cette affirmation sont les suivantes :

I. La membrane réticulée possède sans contradiction les propriétés du tissu connectif. Les cellules de cette membrane s'unissent à l'intérieur avec les fibres rayonnées connectives et à la membrane limitante interne. Ces cellules sont extérieurement en connexion avec les fibres des bâtonnets et des cônes par l'intermédiaire de fibres des cônes.

II. Après la section du nerf optique, les cellules ganglionnaires et les fibres du nerf optique dans la rétine dégénèrent en effet, mais il n'en est pas de même des autres couches, à l'exception peut-être d'une partie des granulations internes. Les segments internes des bâtonnets et des cônes, les cylindre-axes et les corpuscules ellipsoïdes restent invariables. Cette constatation est facile chez le chien, le lapin, la poule et chez l'homme ; et sur ce dernier, longtemps même après l'atrophie complète des éléments nerveux de la rétine.

III. Les cônes chez les oiseaux et les reptiles contiennent au centre une gouttelette huileuse qui envahit toute l'épaisseur des cônes en question. D'après nos connaissances scientifiques, il ne peut passer aucun prolongement nerveux par une goutte graisseuse, mais celle-ci peut servir d'intermédiaire à des ondes vibratoires.

IV. Les bâtonnets et les cônes sont des formations épidermiques. Ils naissent selon la loi du développement de ces formations dans la membrane limitante externe.

V. Les granulations externes, aussi bien que les granulations des bâtonnets (Henle) et des cônes (Ed. Krause) sont constituées de différentes couches superposées les unes sur les autres, réfractant fortement la lumière.

Ces données sont incompréhensibles, attendu que ces granulations ont été prises pour des cellules ganglionnaires qui interrompent la continuité des fibres optiques ; mais la définition qui a été donnée à ce sujet démontre très-nettement qu'ils jouent le rôle d'un appareil optique accessoire.

VI. Les observations qui permettent d'apercevoir dans son propre œil la mosaïque des bâtonnets et des cônes, serait une preuve qu'ils sont des éléments pourvus de la faculté de percevoir la lumière, ce qui est impossible, car une fibre optique excitée ne peut pas se voir d'elle-même.

Le dessin de Purkinje présente, ce qui d'ailleurs est connu depuis H. Muller, une parallaxe, d'où il suit, d'après sa valeur numérique, que les éléments ayant la faculté de percevoir la lumière doivent avoir leur siége à une certaine distance derrière les vaisseaux rétiniens. Les vaisseaux ne vont certainement pas plus loin que le niveau de la couche granuleuse interne. En réalité, le résumé de ces expériences est douteux : ou les bâtonnets et les cônes ont par eux-mêmes la faculté de la perception lumineuse, ou bien cette faculté est produite par la lumière qui est réfléchie par la couche des bâtonnets et des cônes.

Mais d'après les conclusions exposées dans les paragraphes I et VI, l'idée d'une parallaxe n'est plus admissible, c'est pourquoi il faut admettre que ce sont des rayons lumineux réfléchis par la choroïde, qui sont ensuite perçus par les éléments rétiniens. Sous ce rapport, il y a une analogie complète entre les yeux de l'homme et celui des invertébrés.

Après tout, vu les raisons qui s'accumulent de différents côtés, les bâtonnets et les cônes ne peuvent plus être considérés comme l'organe de la terminaison du nerf optique ; de plus, Krause (1868) distingue trois sortes d'organes dans la rétine :

1° Un appareil catoptro-dioptrique, attendu que la fonction catoptrique des segments externes des bâtonnets est incontestable, ce qui est prouvé par les expériences de Brucke. A cela on doit ajouter : les cellules pigmentaires et leurs ouvertures, le tapis (chez certains animaux), les cônes et les bâtonnets, les gouttelettes huileuses (quand elles existent), les cônes ellipsoïdes, les bâtonnets ellipsoïdes, les granulations des bâtonnets et des cônes.

2° Une partie connective de la rétine servant pour point d'appui aux autres éléments et à laquelle on ajoutera : la membrane limitante interne, les fibres rayonnées, la membrane fenêtrée, les pyramides des cônes, les pyramides des bâtonnets, la membrane limitante externe et probablement aussi les cylindre-axes des segments internes (en cas de la réalité de leur existence).

3° Les éléments nerveux sont sans contredit les fibres optiques, les cellules ganglionnaires avec leurs prolongements, probablement aussi une partie de granulations internes. Les terminaisons du nerf optique ne sont pas encore connues à l'heure où nous écrivons ; elles siégent peut-être dans la couche granuleuse interne et sont disposées en mosaïque.

(La fin à un prochain numéro.)

Essai sur la relation qui existe à l'état physiologique entre l'activité cérébrale et la composition des urines, par M. Henry Byasson.

Les conclusions principales des recherches de M. Byasson peuvent être formulées ainsi :

L'exercice de l'activité cérébrale proprement dit ou de la pensée s'accompagne de la production plus abondante et de l'apparition simultanée dans les urines d'urée, de phosphates et de sulfates alcalins.

L'exercice de l'activité musculaire s'accompagne de la production plus abondante et de l'apparition simultanée dans les urines, d'urée, d'acide urique et de chlorure de sodium.

Étant données séparément les urines d'un homme qui, pendant trois jours, aura suivi une alimentation uniforme et se sera trouvé dans des conditions extérieures sensiblement identiques, il sera possible, par l'analyse seule, de savoir à chacun desquels correspond, d'une manière relative, l'état de repos ou d'activité cérébrale, ou d'activité musculaire.

Les faits suivants méritent en outre d'être signalés à l'attention des physiologistes et des médecins.

M. Byasson a constaté que l'acidité variable des urines est toujours proportionnelle à la quantité d'acide urique. Contrairement aux résultats des travaux de Lecanu et Lehmann, on voit ce dernier corps éprouver une diminution notable sous l'influence du régime.

Si l'on calcule la quantité de potasse nécessaire à la neutralisation des différents poids d'acide urique obtenus, on trouve qu'elle est inférieure à celle que donne la détermination directe de l'acidité ; les différences entre les deux chiffres sont d'autant plus considérables que les urines renferment plus d'acide urique. L'explication de ce fait découle des observations suivantes : l'acide urique n'est pas le seul acide libre de l'urine ; l'acide hippurique et l'acide carbonique concourent partiellement à l'acidité ; la quantité de ce dernier est proportionnelle au travail musculaire, comme l'a montré Morin, et sa variation est dès lors de même sens que celle de l'acide urique.

Il est généralement admis que l'acidité de l'urine est due aux phosphates alcalins transformés en phosphates acides par l'acide urique qui, par l'effet de cette réaction, se trouverait exister à l'état d'urate de soude principalement. L'auteur combat cette opinion par les raisons suivantes :

D'abord, l'acide urique peut-il enlever la soude au phosphate de soude ordinaire, ayant pour formule : $2NaO,HO,PhO^5,HO$. Il ne saurait être question du phosphate tribasique, $3NaO.PhO^5HO$, dont quelques auteurs admettent la présence dans l'urine et le sang ; ce sel est si facilement décomposable par l'acide carbonique, toujours à l'état libre dans ces deux liquides, que, jusqu'à preuve du contraire, l'auteur reste d'un avis opposé. Pour résoudre cette ques-

tion il a fait agir de l'acide urique sur du phosphate de soude dissous dans l'eau en proportion variable, savoir : 1 gr. pour 100, 5 gr. pour 100, 10 gr. pour 100. Il a préalablement déterminé le coefficient de solubilité de l'acide urique dans l'eau à 15°, et comme moyenne de quatre évaluations concordantes, il l'a trouvé égal à $\frac{1}{2100}$; le chlorure de sodium ne change pas la solubilité ; l'acide chlorhydrique la diminue ; le phosphate de soude, dans les proportions ci-dessus indiquées, l'augmente d'environ le double. Ce dernier corps, bien purifié par plusieurs cristallisations, donne des dissolutions très-légèrement alcalines au papier de tournesol. Lorsque pendant deux à trois heures, on fait agir vers 60°, en agitant souvent, de l'acide urique en excès sur le phosphate de soude dissout, on remarque, après avoir filtré la liqueur refroidie, les réactions suivantes : la solution est devenue acide, et, au bout de vingt-quatre heures, un dépôt cristallin peu abondant se produit ; examinés au microscope, les cristaux affectent la forme de prismes droits à base carrée, bien définis, lorsqu'on a opéré sur la solution à 1 p. 100 de phosphate de soude ; avec les dissolutions à 5 et à 10 p. 100, les cristaux se groupent et apparaissent sous la forme décrite pour l'urate de soude.

Après quarante-huit heures il a séparé les cristaux par filtration, et il a fait évaporer doucement ; si on pousse l'évaporation jusqu'à siccité et qu'on sépare de temps en temps les cristaux formés et analogues aux premiers, on reconnaît que le résidu repris par de l'eau donne une solution à peine acide ; si le phosphate de soude avait été transformé en phosphate acide, si de l'urate de soude s'était par suite formé, on devrait arriver à un résultat tout différent. Quels sont donc ces composés cristallins que l'on a séparés? Lavés et desséchés ils sont solubles dans l'eau froide ; puis calcinés sur une capsule de platine un essai préalable apprend qu'ils renferment de l'acide urique ; cette dernière opération montre qu'ils laissent un résidu fixe, alcalin, mais contenant du phosphate de soude. Le corps était cristallisé, parfaitement défini ; on est obligé d'admettre une combinaison d'acide urique et de phosphate de soude ; ce composé peu soluble donne d'ailleurs une solution acide, et sa solubilité est plus grande dans l'urine que dans l'eau distillée.

Ainsi l'acide urique existe dans les urines acides en partie à l'état de liberté, en partie en combinaison avec les phosphates alcalins (Byasson).

M. Byasson a entrepris ces recherches à propos d'une question étudiée et débattue par plusieurs chimistes et entre autres par Berzélius, Vigla, Thénard, Becquerel, Prout, Quévenne, Donné, par ce qu'il a reconnu que les dépôts d'urates qui se forment peu après l'émission des urines, dans celles qui en sont chargées, donnent des cendres, qui renferment beaucoup de phosphate de soude. Si, dans une urine normale, on retarde la décomposition en y ajoutant quelques goutes d'essence de pétrole, et laissant après agitation s'étaler à la surface une mince couche, l'acide urique se sépare en cristallisant lorsque sa quantité est supérieure à celle que la solubilité seule permet d'être dissoute. Plusieurs raisons concourent à ce que sa précipitation soit facilitée par l'acide chlorhydrique mélangé à l'urine : 1° cet acide diminue la solubilité propre

de l'acide urique ; 2° il décompose les combinaisons de ce corps avec les phosphates alcalins ; 3° il retarde la fermentation ammoniacale de l'urine, se combine à l'ammoniaque qui se forme et qui, à l'état libre, agissant en présence de la chaux et de la magnésie sur les phosphates alcalins, les transformerait en phosphates insolubles, et ferait passer l'acide urique à l'état d'urate de soude, et puis d'urate d'ammoniaque en partie, ce qui explique pourquoi ces différents corps se rencontrent dans les dépôts d'urines altérées. Pour toutes ces raisons, il pense que l'acide urique existe dans les urines, partie à l'état libre, partie copulé ou combiné aux phosphates alcalins.

L'état de repos ou d'activité cérébrale ne modifie pas la proportion d'acide urique, qui se trouve au contraire augmentée les jours d'activité musculaire.

L'urée, rejetée par les urines, chez une personne qui ingère une quantité suffisante d'aliments, au nombre desquels figurent ceux d'origine animale, a deux sources bien distinctes et d'importance très-inégale. La plus grande partie provient de la désassimilation des éléments anatomiques formant les tissus ; elle est d'autant plus grande que leur activité et par suite leur nutrition et leur rénovation sont plus rapides. C'est l'urée en quelque sorte fondamentale, nécessaire, pour qu'il y ait vie ; quand sa formation descend au-dessous d'une certaine limite, tout mouvement s'éteint, et la mort en est la conséquence. L'importance de l'urée de calorification est beaucoup moindre, et dans le cas d'une alimentation peu azotée et relativement riche en matières féculentes et matières grasses, sa proportion doit être bien faible. Cette observation est surtout vraie pour l'être qui, comme l'enfant, est en voie d'accroissement. L'urée de désassimilation provient principalement des appareils organiques dont les fonctions sont le plus en activité, et on peut en rapporter en grande partie la production :

1° A l'accomplissement de la respiration, de la digestion et de la circulation, considérées en elles-mêmes ;

2° A l'accomplissement de l'activité musculaire volontaire ;

3° A l'accomplissement de l'activité cérébrale.

Mais, nous le répétons, si cette distinction ne peut se faire d'une manière absolue à cause de la connexité intime des différents systèmes n'agissant jamais isolément, elle est cependant une conséquence de l'expérimentation.

Le changement de régime fait éprouver aux substances minérales en totalité une variation considérable ; la différence porte en grande partie sur le chlorure de sodium, et le vin, relativement riche en sels, formait la boisson principale pour les douze jours d'alimentation mixte durant les expériences faites par M. Byasson.

Les variations observées les plus importantes, les seules déduites des analyses par l'auteur, sont relatives aux acides phosphoriques, au chlore. On peut les résumer en disant : à l'activité cérébrale est liée l'apparition dans les urines d'une proportion relativement plus considérable des deux premiers corps ; à l'activité musculaire, celle du chlore. Quelques observations déduites de l'examen des urines de malades atteints de délire aigu et de delirium

tremens, publiées par M. Bence Jones, concordent en partie avec les résultats de M. Byasson. Mais nous ferons remarquer avec M. Beale qu'on ne peut les considérer comme complètes, ayant été faites sur des échantillons partiels; mais ces études ont une très-grande importance, et elles viendront compléter et fortifier ces conclusions.

On sera peut-être étonné de voir qu'à l'état de repos le chlorure de sodium est rejeté en plus grande quantité, que lorsque le corps est en activité musculaire. Mais depuis les recherches de M. Favre, on sait que ce sel est de beaucoup le plus abondant de ceux que renferme la sueur, et comme cette excrétion est activée nécessairement par l'exercice musculaire, il faudrait, pour conclure, pouvoir tenir compte de la quantité éliminée par cette voie. Les phosphates et les sulfates sont au contraire en proportion très-faible dans ce liquide, et les différences considérables qui correspondent à l'activité cérébrale et à l'activité musculaire ne peuvent lui être rapportées.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR L'APPROPRIATION DES PARTIES ORGANIQUES

A L'ACCOMPLISSEMENT D'ACTIONS DÉTERMINÉES

Par M. Ch. ROBIN.

Membre de l'Institut.

---

§ 1. — Remarques sur la nature de la question de l'accommodation des organes à l'accomplissement de leurs usages.

L'observation des phénomènes de la génération, faite à compter de l'instant de la fécondation, montre que les diverses espèces de parties constituantes élémentaires qu'on trouve dans les plantes et dans les animaux doués d'une vie indépendante ou non n'apparaissent pas simultanément. Telle naît après une autre, alors que quelques instants auparavant elle n'existait pas. De chacune de ces espèces tous les individus qui sont associés pour former un organe tel que nous le voyons sur l'être adulte, ne se montrent pas en même temps lors de la formation de celui-là.

Bien qu'il naisse toujours plusieurs éléments d'une même espèce en même temps et avec un mode d'arrangement réciproque subordonné à leur forme et même à leur structure, on peut dire que les éléments, comme les organes qu'ils constituent, naissent l'un après l'autre. De là résulte que le nombre des éléments et que celui des organes diffèrent en des temps divers, et, de plus, nul n'est lors de son apparition ce qu'il sera plus tard.

Or, à ce fait mis en évidence, surtout par les observations poursuivies dans ces deux derniers siècles, s'ajoute cet autre fait déterminé depuis bien plus longtemps, que dans chaque organe les éléments s'associent et changent dans un ordre tel, et les organes dans un tel ordre aussi, qu'ils conduisent constamment les parties nouvellement apparues, et le tout ou organisme qu'elles composent ainsi, à présenter un ensemble de caractères et d'activités

fonctionnelles pareils à ceux de leurs propres antécédents. L'étude des conditions et des phénomènes de cette pérennité dite spécifique des formes et des actes, ou, en d'autres termes, de cette accommodation des parties organiques, conduisant toujours à les rendre aptes à remplir telle ou telle fonction, est certainement une des plus importantes de la physiologie.

Le problème à résoudre ici est bien différent de celui qui consiste à déterminer où, quand et comment naît chacune des parties organiques simples dont l'augmentation de nombre et de volume amène l'apparition des parties complexes. Il ne l'est pas moins de celui dans lequel on se propose d'étudier l'ordre des changements qui surviennent dans chacune de ces parties individuellement aussitôt ou peu après qu'elles sont apparues.

On remarquera aussi que l'arrivée de la matière organisée à l'arrangement qui convient à l'accomplissement de tel ou tel acte est nécessairement subordonnée à la naissance et à l'évolution des éléments anatomiques quels qu'ils soient, c'est-à-dire des véritables exécutants de cet acte. Il est de fait que cette appropriation des parties à une action déterminée suppose l'apparition et le développement de celles-ci ; mais la connaissance de ces derniers phénomènes ne nous dévoile pas plus ce qui amène cette accommodation, que les lois de la génération ne mettent en évidence celle de l'hérédité. Une fois connues les premières, il a fallu, en s'appuyant sur elles, étudier les secondes pour ce qu'elles sont, car elles ne peuvent pas être mises en évidence par une simple opération intellectuelle de déduction. Or, actuellement aussi que nous connaissons les lois de l'apparition et de l'accroissement individuels des éléments anatomiques des tissus et des organes, il reste à étudier par comparaison et induction comment de l'effectuation de ces actes surgit l'ordination de ces derniers en parties complexes appropriées à l'accomplissement de chaque fonction.

Avant de développer ce côté particulier de la question, il n'est pas inutile de rappeler encore, mais à un point de vue autre que les précédents, que tout organisme vivant, même au degré le plus rudimentaire, degré caractérisé par la simple rénovation moléculaire, continue ou nutritive de sa substance, présente un fait qui ne

s'observe nulle autre part que dans ce qui est constitué par de la matière organisée. Ce fait unique et remarquable consiste en ce que l'économie, tant animale que végétale, est le siége d'un ensemble d'actes dont l'accomplissement simultané représente, tant qu'il dure, des conditions nouvelles, à la fois statiques et dynamiques ou d'équilibre et de mouvement, qui amènent la manifestation d'un ou de plusieurs phénomènes plus complexes que les premières qui sont comme la résultante commune de plusieurs mouvements relativement simples; si bien que celui de ces résultats qu'on envisage, sans être identifiable ou réductible à l'un quelconque des actes élémentaires composants, reconnaît leur simultanéité comme cause à la fois immédiate et déterminante ou génératrice. De telle sorte que l'un de ces derniers ne saurait varier sans que le résultat général, plus manifeste que l'un quelconque des composants, ne soit modifié d'une manière corrélative.

C'est ainsi que sous ce point de vue, qui est double comme on le voit, les fonctions organiques accomplies par autant d'appareils sont, d'une part, des actes complexes, auxquels concourent plusieurs des propriétés élémentaires de la substance organisée, avec prédominance toutefois de l'une d'elles, tandis que, d'autre part, de l'accomplissement de ces fonctions on voit surgir des *phénomènes résultats;* ces derniers sont des phénomènes que l'existence des autres ne pouvait faire soupçonner, et qui ne se rattachent, en tant qu'attributs dynamiques, ni aux propriétés des éléments anatomiques et des tissus, ni aux usages des organes non plus qu'aux fonctions des appareils, mais seulement à l'organisme agissant comme un tout plus ou moins complexe de parties solidaires. Aussi deviennent-ils de plus en plus nombreux et plus nettement caractérisés à mesure qu'on les observe sur un être d'organisation plus compliquée.

La calorification animale et végétale, l'hérédité, etc., sont de ces actes biologiques de causes complexes dont l'exécution n'appartient à aucun appareil, organe, tissu ou élément anatomique en particulier, et depuis longtemps distingués des fonctions, des usages et des propriétés de tissu et élémentaires sous le nom de *résultats*. Nous verrons qu'il faut y joindre, bien qu'on ne l'ait

pas encore fait, le phénomène général de l'ordination des parties au fur et à mesure que l'individualisation et le développement des unes déterminent la génération de celles-ci, série de phénomènes conduisant nécessairement vers l'aptitude à l'accomplissement d'actes déterminés en rapport avec les propriétés immanentes à chacune des espèces d'éléments anatomiques qui apparaissent et évoluent. Il faut par suite y joindre le maintien des formes spécifiques des plantes et des animaux dans l'espace comme dans le temps, qui était une conséquence inévitable de cette accommodation et un résultat de même ordre.

D'une manière générale, l'accommodation successive des parties dans l'ensemble de l'économie à l'accomplissement d'actes déterminés, est un résultat de ce fait que les phénomènes sont générateurs les uns des autres, en ce que le premier produit est la condition indispensable de l'effectuation de celui qui lui succède ; que la présence des premières parties qui naissent est la condition nécessaire de l'apparition de celles qui suivent, d'élément à élément, de tissu à tissu, d'organe à organe et d'appareil à appareil ; d'où la formation d'un tout ou organisme, dont les composants, inévitablement solidaires, fonctionnent corrélativement à la nature des propriétés de leurs éléments constitutifs, et dès leur entrée en action, trouvent dans cette solidarité les sources de leur unité fonctionnelle, c'est-à-dire du concours à un but commun.

Mais avant de résumer les données embryogéniques qui se rapportent à ce sujet et qui prouvent précisément ce qui vient d'être avancé, il est nécessaire d'indiquer quelles sont les notions biologiques dont la solution du problème précédent exigeait la connaissance précise ; car l'absence de ces notions a empêché longtemps qu'il ne fût placé sur son véritable terrain. Aussi a-t-on jusque-là expliqué l'accommodation des parties à l'accomplissement de tels et tels usages de deux manières différentes, quoique également fictives. Les uns, en effet, les ont dites animées chacune individuellement d'une vie semblable à notre vie cérébrale, instinctive et intellectuelle; ou les conduisant à s'associer volontairement ou instinctivement, pour telle ou telle destination, tant chez

les plantes que dans les animaux. D'autres superposent à l'ensemble de ces parties organiques, visibles des agents invisibles, sous les noms d'âme, de principe vital, etc., dont l'activité dominante modifie à son gré, ou selon telle idée directrice supposée, cette matière organisée qu'ils supposent aussi vouée sans eux à une totale inertie, malgré que Buffon eût déjà dit comme conclusion de sa comparaison des animaux et des plantes aux minéraux, que « le vivant et l'animé, au lieu d'être un degré métaphysique des êtres, est une propriété physique de la matière. » (Buffon, *Histoire naturelle*, Paris, 1749, in-4°, t. I, p. 17.)

Ainsi la solution de la question de l'appropriation des organes aux usages qu'ils remplissent impliquait la connaissance d'un grand nombre de données, dont la plupart sont d'acquisition moderne. Elle exigeait particulièrement une notion exacte de ce en quoi consiste ce qu'offre de fondamental l'état de la matière dit état d'organisation, la composition immédiate de cette substance, la différence qu'il y a entre les éléments anatomiques et les tissus, les organes et les appareils; les différences existant entre les phénomènes de la vie dite végétative et ceux de la vie animale, puis dogmatiquement celle qui sépare les phénomènes, résultat des fonctions de chaque appareil, des usages de chaque organe et des propriétés immanentes aux éléments anatomiques.

Elle exigeait non-seulement que l'on sût quelles sont ces propriétés, mais surtout que fussent connus tous les faits relatifs à la fécondation, à l'individualisation et à la génération successives des éléments anatomiques depuis l'instant de l'imprégnation jusqu'à celui de la constitution du nouvel être. Aussi tous ceux qui n'ont pu en tenir compte ou qui ont omis de le faire, sont-ils toujours retombés dans le même ordre d'idées que leurs prédécesseurs, et ceux-là seuls en sont sortis qui ont demandé à l'observation des vues nouvelles.

Il n'y a donc pas lieu d'être étonné de voir les interprétations dont ce phénomène a été l'occasion varier beaucoup, et l'explication qu'on en a donnée s'éloigner singulièrement de ce que l'observation, la comparaison et l'induction font découvrir. Ceux-là seuls doivent être combattus, qui, sans tenir aucun compte des

progrès de la science, ne font que reproduire en changeant un peu les termes, les explications antérieures aux démonstrations modernes, et vont se plaignant des rigueurs de la doctrine positive à leur égard, lorsqu'elle sépare ce qui a pu être dit sur toute question posée en partant de données subjectives, de ce qui est susceptible d'être prouvé par épreuve et contre-épreuve.

Ce qui précède montre la nécessité de résumer les plus essentielles de ces données anatomiques, qui n'appartiennent pas, à proprement parler au sujet dont il est question ici, mais auxquelles, en le traitant, on est forcé de recourir à chaque instant.

§ 2. — **Des notions anatomiques et physiologiques dont la solution du problème de l'appropriation des parties à l'accomplissement d'un usage défini exigeait la connaissance.**

La première question préalable à résoudre pour obtenir la solution du problème de physiologie générale qui fait le sujet de ce travail, est celle de savoir en quoi consiste l'état de la matière dit *état d'organisation.*

Sur ce qu'on doit entendre par état d'organisation.

Cet état est tout autre chose qu'une simple disposition physique ou mécanique d'entrecroisement, avec arrangement réciproque déterminé de parties ayant une configuration fibrillaire, corpusculaire, etc. Pour le connaître, il faut remonter jusqu'à l'étude de la composition en principes immédiats dans telles et telles proportions de la substance même configurée en noyaux, cellules, fibres, tubes, etc. (Pour les détails concernant ce sujet, voyez Ch. Robin, *Journal de la physiologie.* Paris, 1862, in-8°, p. 504, et *Leçons sur les humeurs.* Paris, 1867, in-8°, préface, p. XVIII.)

Or, ce que présentent de fondamental toutes ces parties, quelle qu'en soit la diversité formelle, consiste en l'union moléculaire en proportions différentes de principes immédiats tant coagulables que cristallisables, d'origine organique et d'origine minérale, associés ainsi en un tout de petites dimensions temporairement indissoluble bien que d'une faible stabilité, chimiquement parlant.

Ainsi, pour connaître ce qu'il y a de fondamental dans l'état de la matière appelé *organisation*, il faut remonter au-dessus de la *forme*, au delà de ce qui est simplement physique et mécanique. Il faut aller jusqu'à l'étude d'un certain mode d'association moléculaire que l'observation et l'analyse conduisent seuls à déterminer. Il ne suffit même pas d'aller seulement jusqu'à l'examen de l'état que présentent chimiquement, quant à leur composition élémentaire, etc., les sels, les alcaloïdes et autres composés cristallisables et surtout coagulables ; il faut se préoccuper encore des proportions dans lesquelles a lieu l'association moléculaire de ces principes et de son degré de fixité dans chaque espèce des parties élémentaires de la substance organisée. Souvent enfin ces principes ont passé par un *état antérieur* de combinaison, dont il faut aussi toujours tenir compte, puisque les corps simples et les corps composés offrent des aptitudes diverses à se combiner avec d'autres, selon qu'ils sortent de telle ou telle combinaison.

Ce qu'il y a d'essentiel, de fondamental dans l'état d'organisation, comme on le voit, ne se constate pas directement par la vue, même aidée de l'usage des instruments grossissants ; ce côté capital des études biologiques exige l'emploi devenu familier des connaissances chimiques et des moyens d'analyse de même ordre que ceux dont use la chimie.

C'est là seulement que se trouvent les différences réelles et essentielles qui existent entre la matière composant les corps à l'état inorganique et celle des êtres qui végètent, se meuvent et pensent. Cela gît entre ce que nous montre l'examen anatomique proprement dit, fait à l'aide du microscope, et dans l'intimité même de ce qu'il nous décèle de plus délicat d'une part, et de l'autre ce que nous enseigne la chimie analytique ou synthétique des corps cristallisables ou volatils sans décomposition. C'est elle qui, dans l'étude de cet état si remarquable de la matière, nous sert d'instrument fondamental ; ce sont les moyens et les méthodes qu'elle nous fournit qui nous mettront à portée de combler plus d'une lacune existant encore dans l'ensemble des données que nous possédons à cet égard. Telles sont en particulier celles qui concernent la nature et les fonctions chimiques des composés coagu-

lables ou non cristallisables qui, de tous, sont ceux qui l'emportent dans tout organisme quant à la masse ; celles qui ont rapport à leur manière de fixer l'eau, aux changements intimes qu'elles éprouvent dans les conditions qui amènent leur coagulation ou leur liquéfaction, leur destruction par putréfaction, etc., à leurs différences spécifiques sous ces divers rapports d'un élément anatomique à l'autre, comme des globules rouges du sang aux globules blancs, de ceux-ci aux épithéliums, aux fibres élastiques, musculaires, aux cellules nerveuses, etc.

C'est en fait ce qu'il y a d'essentiel, de fondamental dans l'état d'organisation, c'est ce fond commun dont nous venons de rappeler les caractères, que par une abstraction légitime nous nous représentons comme une unité de *composition matérielle* et désignons sous le nom de *substance* ou de *matière organisée ;* car considérée dans ce que son existence a de réel, la substance organisée se présente à nous sous des *formes* et des *modes d'activité* corrélatifs divers, nombreux même. Aussi faut-il se garder de croire comme le pensait Buffon (*Histoire naturelle des animaux*, Paris, 1849, in-4°, t. II, p. 18 à 40), et comme veulent le faire réadmettre aujourd'hui quelques auteurs, qu'il y a une *substance organique commune* à tous les êtres vivants, une unité objectivement séparable de leurs diversités ou variétés. Nulle part plus que dans les études complexes comme le sont celles du domaine de la biologie on n'est forcé d'unir par abstraction les choses nombreuses qui se tiennent par des points communs, mais nulle part aussi il n'est plus nécessaire de bien distinguer ce qui est abstraction inévitable de ce qui a une existence formellement distincte et réelle.

Quoi qu'il en soit, tant que dans l'étude de l'organisation, on se tient à ce que la notion de l'état de la matière ainsi désigné offre à la fois de plus général, de plus essentiel et de caractéristique il n'y a rien dans l'organisme qui puisse le faire comparer à une machine. Sous ce rapport, rien de plus faux que de considérer la forme comme étant ce qu'il y a de fondamental dans l'état d'organisation ; rien aussi de plus faux que la comparaison précédente et de la part de ceux qui la reproduisent comme indiquant le plus haut degré auquel s'élèvent nos connaissances touchant la

constitution des corps vivants, rien ne saurait davantage mettre en relief l'état rudimentaire de leurs notions biologiques.

Ce n'est, en effet, que lorsqu'on arrive à l'examen de l'arrangement réciproque des parties formées de cette matière ainsi organisée, que l'on rencontre des dispositions de plus en plus nombreuses des divers ordres géométrique, statique et dynamique que nous reproduisons dans nos machines. Aussi, indépendamment des différences qu'il y a entre la manière dont s'établit la liaison mutuelle statique et dynamique des parties dans ces dernières et dans l'économie animale ou végétale, on voit qu'il faut se garder de considérer les mots d'*organisme* et de *mécanisme* comme synonymes.

Suivant la remarque d'A. Comte, l'idée de vie suppose constamment la corrélation nécessaire de deux éléments indispensables, un organisme est un milieu, ou ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque compatibles avec l'existence du premier. Or, il est des organismes qui peuvent, temporairement au moins, ne pas présenter de degré d'organisation plus élevé que celui-là. Tel est l'ovule par exemple, surtout pendant la période assez longue qui sépare le moment de la rupture spontanée de la vésicule germinative de celui de la genèse du noyau vitellin aussitôt avant la segmentation. Pendant cette période il n'est formé que d'une enveloppe entièrement homogène qui ne présente aucun changement de structure, et du vitellus qui est exclusivement le siége des phénomènes auxquels il est fait allusion. Or, ce vitellus d'un diamètre qui varie entre quelques centièmes de millimètre et plus d'un millimètre, comme chez divers batraciens et poissons, etc., *volume* déjà considérable pour ce qui est en voie incessante de rénovation moléculaire, n'est constitué que par une substance hyaline, parsemée de granulations et de gouttes graisseuses et autres, toutes homogènes prises individuellement, c'est-à-dire sans structure spéciale ni arrangement réciproque ou texture déterminés.

Rien pourtant n'est plus frappant et ne rend mieux évident que ce corps est organisé, que l'ensemble des modifications observées durant la période indiquée plus haut, et consistant d'une part en

changements incessants de forme de la masse *homogène* fondamentale, en modifications du volume, de la forme, et en changements de place avec groupements particuliers de ces granules et gouttelettes ; sans parler de la genèse du noyau vitellin au centre de la masse consécutivement à ces phénomènes qui décèlent à nos sens d'une manière généralement tangible et saisissante, des actes vitaux de nutrition, d'évolution, puis finalement de reproduction et de genèse en ce qui touche particulièrement la formation des globules polaires et celle du noyau vitellin qui vient d'être cité.

Or, des changements de même ordre, bien que moins manifestes, ont lieu d'une manière incessante dans l'intérieur de toute partie élémentaire formée de substance organisée, et sont même la condition essentielle de la progression évolutive et de la longue durée individuelle de l'existence de chaque organisme.

Dans une machine, au contraire, ce qui importe le plus, c'est que ces changements moléculaires dans l'intimité de chaque partie directement active ne s'opère pas ; c'est que chacune de celles-ci restent en équilibre, fixe moléculairement, sans évolution par conséquent. Si ces modifications surviennent, elles font cesser les conditions essentielles de l'existence et du fonctionnement de la machine, tandis que cette rénovation moléculaire et les changements corrélatifs sont les circonstances mêmes qui font que l'état d'organisation se maintient plus longtemps pour bien des êtres vivants que ne durent généralement les machines que nous construisons ; de telle sorte que ce qui est la condition de l'accomplissement des actes essentiels des premiers est la cause de la cessation de ceux des derniers.

Or, encore une fois, l'idée de vie et celle d'organisation sont inséparables, l'une et l'autre coexistent inévitablement au moins dans ce que celle-là a de plus simple, tant que cette organisation conserve encore au moins ce qu'elle a de fondamental, et à plus forte raison si elle reste avec tous ses divers degrés et demeure en conflit avec un milieu compatible avec sa persistance. Car, on le sait, la séparation rationnelle entre le point de vue anatomique ou relatif aux idées d'organisation et le point de vue physiologique proprement dit, directement propre aux notions de vie, est

une décomposition logique purement artificielle tant que les choses restent ainsi, et ne devient réelle qu'autant que le premier des divers degrés de l'organisation est détruit, soit directement, soit au contraire indirectement par altération des milieux ambiants.

Sur les divers degrés de l'état d'organisation.

L'état d'association moléculaire dont il vient d'être question constitue le *premier degré d'organisation*, celui qui est le plus simple, le plus élémentaire ; car la matière qui le présente dans chaque organisme n'est pas une et homogène ; elle est au contraire disposée en parties distinctes, diverses par leurs formes, leurs dimensions, leurs caractères physiques et chimiques des arrangements réciproques de plus en plus complexes. Or, comme ces divers attributs ne se trouvent sur aucune autre matière que celle qui présente l'état précédent, ils constituent autant de degré d'organisation, tous saisissables par la vue, au moins quand elle est aidée de l'emploi des moyens grossissants.

Les divers degrés d'organisation sont par conséquent d'une détermination de plus en plus facile, à compter du deuxième, bien qu'ils soient de plus en plus complexes.

Le deuxième des degrés de l'organisation consiste en ce fait que chacune des parties élémentaires de volume et de forme déterminés qui composent la substance organisée, est construite de particules de celles-ci, qui sont distinctes les unes des autres par leur consistance, leur couleur, leurs réactions chimiques ; tels sont le noyau des cellules, leurs granulations, etc., plongés suivant une disposition constante pour chaque espèce dans la masse principale ou corps de celles-ci. C'est cette construction qui reçoit le nom de *structure* dans l'étude de chaque élément ; car il n'est qu'un très-petit nombre des espèces d'éléments qui seraient homogènes, c'est-à-dire sans structure, et réduits en fait d'organisation aux caractères qui constituent le premier degré de celle-ci.

Mais avant d'aller plus avant dans cet ordre de considérations, il importe de discuter des notions des plus importantes pour la so-

lution de la question de l'appropriation graduelle des parties à l'accomplissement d'actes déterminés.

Déjà nous avons vu que la substance organisée n'est pas *une* et homogène, mais représentée par des parties très-petites, d'espèces très-diverses, distinctes, par leur composition immédiate, leurs réactions, leur structure, comme par les propriétés d'ordre organique ou vital qui leur sont immanentes. Ce n'est qu'en faisant abstraction de ces différences qu'on désigne par le nom de *matière organisée* l'ensemble de ces parties comparativement à l'ensemble des corps bruts, et cela parce que dans toutes il est quelque chose qu'on retrouve toujours, c'est l'état dit d'organisation.

On sait d'autre part, d'après les remarques de Buffon et de d'Alembert, que nous ne connaissons l'infini que par abstration, c'est-à-dire par une opération pour ainsi dire négative de notre esprit qui ne fait point attention aux bornes de la chose que nous considérons comme infinie. Or, c'est par une abstraction de même ordre que quelques auteurs prétendent que toutes les espèces d'éléments anatomiques sont susceptibles d'être ramenées à une seule espèce type, *la cellule,* mot qu'ils veulent en outre substituer à l'expression générique ancienne d'Éléments anatomiques. C'est en ne tenant aucun compte, en faisant abstraction des caractères spécifiques et distinctifs, et des propriétés particulières de chaque sorte d'éléments, aujourd'hui bien connus sous tous les rapports essentiels, qu'ils donnent une apparence de réalité à cette vue métaphysique toujours infirmée par l'observation aussi bien que par la philosophie positive.

Tout élément anatomique est au contraire de telle espèce ou de telle autre au point de vue anatomique comme au point de vue de leurs propriétés et de tel ou tel âge évolutif ; ce n'est qu'en retranchant d'une manière fictive leurs différences réelles qu'on leur suppose une identité pouvant les rendre superposables au moins à un moment donné, bien que cette identité ne puisse jamais être constatée, même à l'époque de leur plus grand degré de simplicité embryonnaire.

La prétendue *cellule organique type* ou *primordiale*, considé-

rée indéterminément comme elle l'est par quelques médecins et par la plupart de ceux qui s'occupent de ces questions en dehors de toute observation, n'est donc qu'une abstraction qui n'a pas d'existence réelle. Cette abstraction n'explique rien, parce qu'un organisme formé par un nombre plus ou moins grand des individus de cette cellule ne serait qu'un tout homogène et non une économie de parties distinctes solidaires anatomiquement et physiologiquement.

Ce qui existe, ce sont des éléments anatomiques de plusieurs espèces, parmi lesquels ceux de plus d'une espèce ont les caractères dits de cellule, et plusieurs autres encore ont des caractères qui ne sont pas ceux qui ont fait donner le nom *cellules* aux précédents.

Ainsi, même en voulant substituer le mot *cellule*à l'expression *élément* anatomique qui a sur lui la priorité, on n'embrasse pas toutes les espèces d'éléments anatomiques. On laisse de côté un nombre assez considérable de parties constituantes relativement simples ou élémentaires, de l'économie dont on ne saurait dissimuler l'existence, et qu'on ne peut même pas considérer comme des substances intercellulaires, c'est-à-dire comme produites par les cellules ou par les autres éléments entre lesquels elles se trouvent. Telles sont la substance amorphe de la matière grise des centres nerveux et beaucoup d'autres qui jouent un rôle physiologique aussi important; substances nombreuses dont l'existence montre combien est fausse l'hypothèse, corrélative à la précédente, qui veut que la *forme* ait le caractère essentiel et fondamental de l'organisation, hors duquel il n'y aurait pas de vie pour la substance organisée.

On se place, d'autre part, en dehors de la réalité en étant forcé de donner le nom de *cellule* à des éléments qui, après avoir eu pour centre de génération un noyau de cellule, n'offrent plus aucun des caractères de ce groupe d'éléments longtemps déjà avant l'âge adulte. Telles sont les fibres élastiques, les fibrilles musculaires, striées et autres; enfin beaucoup d'organes squelettiques, des échinodermes, des polypiers, des céphalopodes, les téguments chitineux des articulés, l'ivoire et l'émail dentaire n'ont

aucun des caractères des éléments celluleux, à quelque période que ce soit de leur évolution.

A partir du degré d'organisation le plus simple, ou tout au moins à compter du caractère de structure que nous présentent la plupart des éléments anatomiques, ce ne sont plus, à proprement parler, des parties nouvelles ni des caractères nouveaux d'ordre organique qu'on observe dans l'économie, mais seulement des dispositions ou arrangements nouveaux de ces parties élémentaires amorphes ou figurées. C'est ainsi que les *tissus* ont d'abord les caractères d'ordre organique qui précèdent, savoir : d'être formés de matière organisée et d'avoir une structure, c'est-à-dire d'être construits de parties diverses, distinctes, isolables, qui sont une ou plusieurs espèces d'éléments anatomiques réunis d'une manière particulière. Mais, en outre, ils s'élèvent d'un degré de plus dans l'ordre hiérarchique de l'organisation, ils ont un attribut qui leur est propre, consistant en un arrangement réciproque déterminé d'éléments multiples d'une ou de plusieurs espèces ; arrangement appelé *texture* et distinct de l'une à l'autre des parties complexes ainsi formées selon leur constitution élémentaire, parties appelées *tissus*. Ce qui caractérise ces derniers, c'est conséquemment leur composition complexe, par des parties intégralement séparables, en raison de leur association mécanique par simple contiguïté immédiate, et non plus par union molécule à molécule, comme dans le cas de l'association des principes immédiats composant la substance même de ces éléments diversement configurés et diversement arrangés.

Quant aux autres degrés de l'organisation, ils se rapportent successivement : 1° à la conformation générale des tissus subdivisés en parties similaires constituant les *systèmes organiques ;* 2° à la *conformation spéciale des organes ;* 3° à la *composition des appareils* par des organes divers avec solidarité, par continuité médiate ou immédiate, et 4° enfin à la réunion des appareils en un tout, dit *économie* ou *organisme* de conformation spéciale.

Tous ces degrés de l'organisation, à compter du deuxième, dit de structure, deviennent de plus en plus caractéristiques, d'une

organisation élevée en complication, et rendent celles-ci de plus en plus faciles à saisir et à déterminer, quand ils consistent tous en nombre de plus en plus grand.

Des actions d'ordre organique qui correspondent à chacun des degrés d'organisation.

A chacun de ces degrés correspondent des actions d'ordre organique ou modes des manifestations des propriétés vitales de plus en plus complexes, tels que l'*attribut général de chaque système*, les *usages* de chaque organe, la *fonction* accomplie par chaque appareil, et les *phénomènes généraux résultant* de l'exécution de cet ensemble se rattachant à l'étude de l'organisation considérée comme un tout.

Dès qu'existe et tant que persiste le premier degré d'organisation qui est le plus simple et le plus général, et tant qu'ils siégent dans un *milieu* compatible avec la permanence de l'intégrité de leur composition immédiate, les éléments manifestent des qualités ou propriétés qui, sans avoir rien de contradictoire avec les propriétés générales et spéciales de la matière d'ordre physique et chimique, puisqu'elles reconnaissent celles-ci comme condition d'existence, ne leur sont cependant pas assimilables, ne se trouvent que là où il y a organisation et tant que dure cet état. De là vient qu'elles sont dites d'ordre organique ou vital ; elles sont dites soit *végétatives*, soit *animales*, selon qu'on les observe sur les animaux seulement, comme la contractilité et l'innervation, ou sur les végétaux et les animaux, comme la nutrilité, l'évolutilité et la natalité. Chacune de ces propriétés apparaît avec l'état d'organisation correspondant, et disparaît avec lui ou ses manifestations sont seulement suspendues, si cet état ou simplement celui du milieu ambiant sont modifiés entre certaines limites que l'observation seule apprend à connaître.

Ces propriétés, les unes immanentes à tous les éléments anatomiques, les autres à telle ou telle forme élémentaire, à l'exclusion des autres, sont les sources ou principes des actions de tous les êtres organisés, et nulle autre force intérieure d'animation

n'existe en eux. Ces faits nous démontrent la multiplicité des principes de nos actions fonctionnelles, depuis celles de la vie végétative jusqu'à celle de la pensée, comme d'autres qui seront indiqués en temps et lieu nous en révèlent la solidarité qui, sans confuse homogénéité, fait l'unité de l'être individuel en chacun de nous, malgré la pluralité statique et dynamique des agents organiques élémentaires. Car rien n'est plus faux, devant l'embryogénie et la physiologie expérimentale de nos jours, que de dire, comme du temps de Kant et de Cuvier, que les parties constituantes des corps vivants n'ont point elles-mêmes d'activité propre, qu'elles ne font que participer au mouvement général que produit leur réunion; en sorte que la raison de la manière d'être de chaque partie d'un corps vivant résiderait, non en elle-même, mais dans l'ensemble.

Le fait capital qui intervient ici, c'est la nécessité de relations réciproques permanentes de la substance organisée avec un *milieu* fluide compatible avec le degré d'instabilité chimique de ses composants, pour que persiste l'état d'organisation et se manifestent les propriétés. Tous les actes que nous appelons vitaux ne sont, en effet, que des manifestations d'une ou de plusieurs de ces propriétés simultanément qui varient même selon la nature de ces relations réciproques entre les tissus et ce milieu, tant extérieur qu'intérieur, c'est-à-dire représenté par les liquides de l'économie, le sang et la lymphe particulièrement chez les êtres d'une structure complexe. Aussi, toutes ces actions, dites vitales, sont temporairement supprimées avec possibilité de retour toutes les fois que le milieu étant modifié dans des limites compatibles avec la persistance de l'état d'organisation, ces relations réciproques sont normalement rétablies.

C'est ainsi que l'assimilation des aliments ne s'opère dans les plantes que sous des influences extérieures de lumière et de température, de sorte que, lors de ces circonstances, les fonctions de ces êtres restent suspendues, ainsi que nous le voyons lorsqu'ils sont exposés aux froids de nos hivers ou plongés dans une glacière (Chevreul, *Journal des savants*, 1837, in-4, p. 669).

Rien de plus important à prendre en considération que ces

données, lorsqu'il s'agit de distinguer de la mort ou cessation des actes d'ordre vital les phénomènes de la suspension de tel ou tel d'entre eux ou de leur totalité, comme dans le cas des animaux réviviscents ; faits de réviviscence et de mort dont on ne trouve aucun exemple dans les corps bruts, c'est-à-dire hors de l'état d'organisation.

Ainsi, quels que soient le nombre des suppositions à cet égard et la ténacité des croyances de ceux qui ne se sont jamais occupés de biologie, la vie n'est pas une chose indépendante qu'on pourrait dire venir de quelque lieu hors de ce qui est doué d'organisation, ni être transmise d'un corps à un autre dès l'instant où elle est un mode d'activité corrélatif à un état déterminé de la matière, activité ne se manifestant, en outre, que dans certaines circonstances dites de *milieu*, nécessaires pour chaque sorte de corps organisé, élémentaire ou complexe.

Sur le plus ou moins de stabilité des divers degrés de l'état d'organisation.

Le premier des degrés d'organisation est le plus simple, le plus général, le plus indépendant des autres, qui tous au contraire lui sont subordonnés, et il suffit qu'il existe pour qu'on puisse dire qu'il y a organisation, que la substance est organisée. Toute rudimentaire que soit cette organisation, c'est assez pour que se trouvant dans un milieu convenable, le corps qui la présente manifeste au moins les actes d'assimilation et de désassimilation, dits de rénovation moléculaire nutritive ; ce qui est vivre, déjà ou encore, selon qu'on prend le corps lors de son apparition ou à la dernière période de son existence.

Mais ce premier degré d'organisation est de beaucoup le plus variable, le plus instable, le moins permanent ; dès qu'il est détruit, tous les actes d'ordre organique cessent, ce qui caractérise l'état de mort, et tant qu'il ne l'est pas encore, l'un au moins d'entre ces derniers persiste, alors que les manifestations des autres sont déjà nulles et devenues impossibles.

Tant qu'il persiste, la manifestation des propriétés, même les

plus complexes, comme la contractilité et l'innervation, peuvent réapparaître, alors qu'elles ont cessé, comme, par exemple, si l'on injecte ou laisse revenir du sang dans le cerveau ou dans les muscles après suppression de son afflux. Dès, au contraire, que cet état moléculaire est détruit, ces propriétés, non plus que les moins élevées dans l'ordre de leur complexité, telles que la rénovation moléculaire nutritive, ne réapparaissent ; la mort est définitive, lors même que les conditions de milieu intérieur sont rétablies et que les autres degrés, plus physiques ou mécaniques que moléculaires, persistent encore.

Ces données sont de celles sur lesquelles il importe d'insister, quoiqu'elles ne touchent pas directement à notre sujet, car on ne saurait croire combien est grand le nombre de ceux qui, même parmi les médecins, faute de s'être pénétrés de ces notions biologiques fondamentales, ne savent se rendre compte des différences offertes par les tissus pendant la vie et après la mort, qu'en demandant à leur esprit la conception d'un principe inéluctable antérieur et supérieur à l'autonomie de la vie, qui en s'échappant de l'être vivant en fait un cadavre.

Selon eux, c'est lui qui par le fer rouge, etc., est chassé, ce qui du tissu vivant fait une partie frappée de mort. C'est lui, et non la rénovation moléculaire nutritive, corrélative à l'état d'organisation avec les actes d'évolution et de génération qui lui sont subordonnés, qui amène le gonflement du tissu non désorganisé ambiant, la séparation de la portion qui se gonfle et se renouvelle d'avec celle qui est réduite à l'état de corps brut ou d'eschare, des liquides qui la repoussent et l'éliminent, la genèse des éléments qui régénèrent un nouveau tissu remplaçant tant bien que mal la perte de celui qui a été désorganisé et détaché.

Et ce fait que l'état d'association moléculaire dont il a été question est bien réellement caractéristiqne de l'état dit d'organisation, et que c'est jusque-là qu'il faut remonter pour savoir ce qu'est ce dernier, se prouve encore ici par cet autre, que la cessation des propriétés d'ordre organique coïncide avec des changements d'état moléculaire saisissables au sein des éléments anatomiques; tels sont, par exemple, le passage à l'état grenu de la

substance des cellules épithéliales, coexistant avec la cessation des mouvements des cils vibratiles, etc., et tant d'autres exemples connus des anatomistes se manifestant avant que change la forme.

Rien donc de plus faux que de dire que dans la forme gît ce qu'offre d'essentiel l'organisation, et que hors de la forme, dite de *cellulle*, ou autre, il n'y a pas de vie.

Moins stable que les autres degrés de l'état d'organisation, quand celui-ci disparaît, avec lui disparaissent toutes les manifestations dites d'ordre organique ou vital, sans que les autres degrés soient détruits en même temps. Ainsi, alors que l'état fondamental et le plus essentiel à l'activité de la matière organisée a disparu, par des modifications moléculaires de dédoublements, de combinaisons ou simplement isomériques de coagulation, et précédant de plus ou moins longtemps la putréfaction (mais en permettant plus la nutrition), les autres degrés plus stables permettent de reconnaître que l'organisme a vécu. La persistance de la forme et de la *structure* propres aux éléments ou au moins de la *texture* dans les tissus, est là qui, en raison de ce que ces deux caractères n'existent jamais sans que le premier ait été, viennent dévoiler qu'un être a vécu, alors qu'il ne vit plus et n'est plus susceptible de vivre.

Sous ce point de vue, Buffon, qui admet pourtant des degrés dans l'organisation, mais sans les préciser, n'a pas absolument raison, lorsqu'il dit : « L'organique est l'ouvrage le plus ordinaire de la nature et apparemment celui qui lui coûte le moins ; mais je vais plus loin, il me paraît que la division générale qu'on devrait faire de la matière est *matière vivante* et *matière morte*, au lieu de dire *matière organisée* et *matière brute;* le brut n'est que le mort; je pourrais le prouver par cette quantité énorme de coquilles et d'autres dépouilles des animaux vivants, qui sont la principale substance des pierres, des marbres, des craies, des marnes, des terres, des tourbes et de plusieurs autres matières que nous appelons brutes (Buffon, *Hist. nat. des animaux*, Paris, 1749, in-4°, f. 2, p. 39). Ce en quoi Buffon exagère ici, est que ces matières conservent encore certains des degrés de l'orga-

nisation, que du reste on ne pouvait encore déterminer de longtemps.

En raison de ce que la matière organisée offre de fondamental est d'ordre moléculaire, très-modifiable et peu stable, cette matière, toujours disposée en particules ou éléments microscopiques, conserve encore, après la perte de cet état, les autres caractères de l'organisation qui sont les plus manifestes, tels que ceux de figure, de structure propre et de texture par juxtaposition cellulaire, par intrication fibrillaire, etc., de ces parties élémentaires diverses. Aussi ces degrés les plus permanents, les plus aisés à saisir ont-ils été regardés et sont même encore considérés par bien des personnes comme étant les attributs caractéristiques et essentiels de l'état d'organisation.

Cette croyance a longtemps empêché de remonter jusqu'à la recherche des attributs qui dominent les précédents, et de ce qui, dans les éléments anatomiques, en rendant possible leur rénovation moléculaire continue, et, par suite, de ce qui donne une durée longue relativement, à une substance de composition instable, est ce qu'il y a de vraiment fondamental dans l'organisation.

D'autre part, il est constaté expérimentalement que les changements qui rendent impossible cette rénovation nutritive et, par suite, tous les actes vitaux qui lui sont subordonnés, consistent d'abord en phénomènes de coagulation ou en modifications isomériques, analogues des principes immédiats prédominant dans la substance de chaque élément, puis en déboublements chimiques, conduisant aux faits de putréfaction, sans qu'au début la proportion de ces principes soit changée d'une manière appréciable, et sans que les autres degrés d'organisation plus stables aient été détruits. Il résulte de ces faits que la nature d'un corps peut être déterminée en tant que substance organisée à l'aide de ces caractères qui persistent presque aussi nettement quand il a vécu et cessé de vivre que pendant la durée de sa vie nutritive et animale. Sous ce rapport cette série de données est capitale ; elle doit être nécessairement spécifiée dans toute définition de la substance organisée en général, de l'organisme en particulier ; car

bien que la qualification d'organisé ne soit pleinement applicable à un corps qu'autant que persiste l'état spécial d'association moléculaire dont il a si souvent été question, nul ne présente quoi que ce soit d'analogue à ce qui vient d'être rappelé plus haut, s'il n'a d'abord possédé cet état, s'il n'a vécu en un mot, et nul corps brut surtout ne l'offre. Nul de ces derniers ne conserve ainsi ses caractères les plus tranchés, les plus stables, alors que le plus essentiel, mais le plus instable, a disparu, et avec lui toutes les propriétés immanentes à cette substance.

Cette double disparition caractérise en réalité ce que les animistes appelaient la *rupture des liens unissant l'âme avec le corps*, la séparation entre le principe vital et l'organisme, la cessation de la vie des tissus, etc., et n'est autre que l'évanescence corrélative à celle du caractère précédent, de modes d'activité de la matière que l'on n'observe nulle part hors de la substance organisée et jamais sans l'existence de ce caractère.

Dans l'étude des actes d'ordre organique, quels qu'ils soient, il faut, comme on le voit, tenir compte des divers degrés de l'organisation, formant tout un ensemble de conditions d'accomplissement des actes qui se commandent de l'une à l'autre. Ce sont là des conditions intrinsèques, c'est-à-dire relatives aux facteurs mêmes de ces actes, auxquelles, d'autre part, correspond toute une série de conditions extrinsèques ou de *milieu*, tant extérieures, c'est-à-dire relatives à l'atmosphère et aux aliments, qu'intérieures ou se rapportant au sang ou autres humeurs.

Dans l'étude des questions physiologiques, dans celle des plus complexes surtout, nul n'est libre de s'exempter de les prendre en considération, non-seulement en ce qui touche leur coexistence à chaque moment donné, mais encore en ce qui regarde l'ordre de leur succession dans l'espace et dans le temps, puisque ces conditions changent chaque fois qu'un acte s'accomplit, d'une manière assez prononcée pour que le premier effectué influe sur la modalité du suivant.

§ 3. — Indication des principaux auteurs qui ont étudié la question de l'accommodation des parties à l'accomplissement d'usages déterminés.

En parcourant les traités de physiologie, on demeure étonné de voir combien est petit le nombre des auteurs qui ont fixé leur attention sur le problème précédent, que Buffon et Bonnet avaient pourtant nettement posé (1). On ne saurait, en effet, considérer comme ayant traité cette question ceux qui se contentent de dire, comme l'a fait Burdach : qu'*une seule et même direction de la vie agit depuis le commencement de l'évolution*, fait varier les formes et les organes, de telle manière qu'à mesure que l'unité ou la synthèse fait des progrès, l'individualité (circonstance essentielle et générale) se développe aussi davantage ; ou encore que « la vie n'arrive à la perfection qu'en s'imposant des limites à elle-même, ce qui a lieu quand chaque partie se subordonne au tout, et que chacune a sa proposition et son but ; or le but parfait du développement est l'équilibre. » (Burdach, *Physiologie*, Traduct. franç., Paris, 1837, t. IV, p. 154, 165 et 172.)

Reil, qui a touché de près cette question en cherchant à démontrer que tous les phénomènes organiques s'expliquent par la diversité originelle de la composition chimique et de la forme des corps doués d'organisation par rapport aux corps bruts (forme qui elle-même dépend de cette composition au même titre que la forme des cristaux est subordonnée à la composition des corps cristallisables), Reil, disons-nous, laisse de côté le problème de l'accommodation des organes à un usage donné, quand il parle des phases de l'évolution embryonnaire et fœtale. Faute de documents positifs sur ce dernier point, il est conduit à ne parler que de l'association des divers ordres de mouvements musculaires. (Reil, *Archiv für die Physiologie*. Halle, 1796, in-8°, p. 104 et suivantes.)

(1) Voir l'exposé des remarquables doctrines de Buffon et de Bonnet, sur ce problème physiologique, ainsi que leur comparaison à celles des anciens philosophes et des médecins vitalistes modernes dans l'article que j'ai publié sur ce sujet (*la Philosophie positive*, Revue par Littré et Wyroubof, Paris, 1869, in-8°, t. IV, p. 343).

J. Müller, et l'on peut dire tous les autres physiologistes avec lui, ont suivi l'exemple de Reil et de Burdach. Il se borne à supposer que : « le germe est le tout *en puissance ;* quand il se développe, les parties intégrantes du tout apparaissent *en acte*. En observant l'œuf couvé, nous voyons s'effectuer sous nos yeux cette centralisation émanant d'un tout potentiel. »

Cette hypothèse de l'œuf, considéré comme le tout en puissance, est une de celles qui sont le plus souvent substituées à l'ordre de questions traitées ici, et qui est le plus habituellement acceptée comme une explication suffisante des faits dont il s'agit. Elle est pourtant des plus illusoires devant les données actuelles de l'embryogénie et devra être discutée plus loin. Il est aisé de voir que cette vue entièrement subjective est une transformation touchant au mysticisme, de l'hypothèse bien plus formelle et matérielle de ceux qui admettent, avec Bonnet, la préformation avec préordination des parties dans le germe, établie par le Créateur ; car dès l'instant où il n'est pas formulé d'après quelle cause chimique, physique ou mécanique, les molécules se sont disposées dans le vitellus de manière que les parties émanent de lui par une simple centralisation d'atomes autour des portions d'un tout, ce côté potentiel ne peut avoir été donné au germe que par une puissance spirituelle, c'est-à-dire par une de celles dans lesquelles on suppose qu'il n'y a aucun rapport de proportionnalité entre les actions produites et les conditions de l'activité.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces vues d'un physiologiste éminent de celles d'un zoologiste tel que Cuvier qui, quelques années avant J. Müller, s'exprimait ainsi : « La vie suppose l'être vivant comme l'attribut suppose le sujet. Quelque faibles que soient les parties d'un fœtus ou d'une graine dans les premiers instants où il nous est possible de les apercevoir, quelque différente que soit leur première forme de ce qu'elle doit devenir un jour, ils exercent dès lors une véritable vie, et ils ont déjà en eux *le germe de tous les phénomènes que cette vie doit développer par la suite*. Mais ce qui n'est pas moins généralement constant, c'est qu'il n'est aucun de ces corps qui n'ait fait autrefois partie d'un corps semblable à lui, dont il s'est détaché.....

.......Le mouvement propre aux corps vivants n'a donc réellement son origine que dans celui de leurs parents ; c'est d'eux qu'ils ont reçu l'impulsion vitale ; *leur naissance n'est qu'une individualisation;* en un mot, dans l'état actuel des choses, la vie ne naît que de la vie, et il n'en existe d'autre que celle qui a été transmise de corps vivants en corps vivants, par une succession non interrompue. » (G. Cuvier, *Anat. comparée.* Paris, 1835, in-8°, t. I, p. 6 à 7.)

Pour achever de faire connaître les manières d'envisager cette question auxquelles les physiologistes ont été conduits, je citerai encore M. Chevreul et M. Claude Bernard. Je devrais peut-être parler aussi des hypothèses émises par plus d'un métaphysicien ; mais en fait elles ne sont que des remaniements ou des paraphrases de celles d'Aristote ou de Thomas d'Acquin. Ce qu'elles démontrent le mieux c'est que, quel que soit le nombre des données d'ordre organique qu'il nous reste encore à découvrir, personne encore n'a connu les réalités de la nature animale et végétale aussi bien que les physiologistes et les médecins. La raison de cela est simplement que, mieux que les autres savants, ils sont appelés à être en rapport incessant avec toutes les variétés des manifestations normales et accidentelles de l'activité des diverses formes de la substance organisée, à les comparer entre elles, à établir constamment un rapport entre l'action et ses conditions d'accomplissement. Mieux que les autres surtout, ils sont amenés à déterminer la nature de ces dernières conditions et à reconnaître que, quelque complexes qu'elles soient, il est possible de les découvrir, et que celui-là va nécessairement aux erreurs les plus grossières qui croit pouvoir s'exempter de leur étude ; nulle supériorité intellectuelle ne pouvant ici prévaloir sur l'observation. Par suite, ils voient, peut-être mieux que les autres observateurs, que les *forces* n'existent pas hors des propriétés de la matière ; que les rapports ou relations réciproques de propriétés différentes déterminent des effets ou résultats ; rapports que par abstraction l'homme exprime par la notion de *force* considérée comme cause de ces effets. Mais ce qui est réel, c'est la relation établie naturellement ou artificiellement entre des corps possé-

dant ces propriétés comme attributs immanents ; quant à la *cause* et à la *force*, elles ne sont que des expressions de rapports et non des réalités consubstantielles à la matière comme les propriétés de celle-ci ; par suite, elles ne sont pas non plus des choses permettant d'établir entre elles et cette dernière des notions d'équivalence, comme si en fait elles étaient substances isolables.

Eux seuls en réalité sont amenés ainsi à bien savoir touchant une autre question qui fait suite à la précédente. C'est qu'en fait de substance organisée il n'est pas exact de dire que c'est elle qui est le siége de la vie ou de ses diverses manifestations, telles que la contractilité, la sensibilité, la pensée, etc. C'est elle-même, en effet, qui est la vie tant que persistent l'intégrité de l'état d'organisation et ses relations réciproques avec un milieu convenable. Car la notion de vie n'est, comme celle de force, qu'une conception abstraite, par laquelle nous exprimons synthétiquement les manifestations des propriétés immanentes à telles et telles espèces d'éléments anatomiques associés en tissus, organes et appareils ; conception considérée comme représentant la cause commune de ces manifestations spéciales.

Cette digression ne nous détourne pas absolument de la question principale qui fait l'objet de ce travail ; car certainement c'est en raison de l'absence des données de l'observation et de l'expérience que tant de biologistes ont préféré la science en ce qui la touche à des commentaires sans fin ni solidité. Ici, comme en toute question de philosophie naturelle, il faut, à la recommandation de Newton, arguer du phénomène observé sans former sur lui de vaines hypothèses, et déduire les conditions d'accomplissement jusqu'à ce qu'on arrive à d'autres phénomènes irréductibles (causes premières). Or, de l'aveu de tous ceux qui suivent cette marche, la science moderne fait bien plus que de rendre seulement douteuse l'existence d'un principe vital ou de tout autre analogue agissant parfois ou toujours contradictoirement aux lois ordinaires de la matière. Elle ramène de plus en plus les phénomènes des corps vivants, même les plus complexes, à des actes de même ordre que ceux qui sont du domaine de la chimie, de la physique et même de la mécanique.

« Il y a, dit M. Chevreul, deux manières d'éluder et d'expliquer les phénomènes de la vie. Dans l'un, on les fait dépendre *médiatement et immédiatement* d'une force particulière appelée *principe vital*, qu'on représente souvent comme antagoniste des forces qui régissent la matière brute, telles que la pesanteur, l'affinité, la chaleur, l'électricité, la lumière, le magnétisme. Dans l'autre, sans rien préjuger sur la nature des causes qui produisent les phénomènes on cherche, après avoir défini ces derniers aussi bien que possible, à les rapporter à leurs causes immédiates ou prochaines ; et bien loin d'admettre *à priori* qu'ils sont les effets immédiats d'un principe *vital*, on tend au contraire à les ramener aux forces qui régissent la matière brute. C'est à cette dernière manière d'envisager les phénomènes de la vie que j'ai donné la préférence. » (Chevreul, *Considérations générales et inductions relatives à la matière des êtres vivants.* Journal des Savants. Paris 1837, in-4°, p, 667.)

Puis M. Chevreul conclut de ses recherches (p. 674) : « Que ce qu'il y a de mystérieux dans l'économie vivante n'est pas la nature des forces en vertu desquelles les fonctions vitales s'accomplissent, mais leur coordination, leur résultante pour maintenir des formes spécifiques de plantes et d'animaux dans l'espace et dans le temps. » Et ce savant revient encore aujourd'hui à ces conclusions (*Rapport annuel des professeurs du Muséum.* Paris, 1867, in-8°, p. 22), en insistant toujours sur l'importance que l'on doit attacher au « *principe de l'appropriation des organes aux fonctions qu'ils doivent remplir.* » (Rapport de 1868, p. 24.)

C'est bien encore au même ordre d'idées qu'arrive M. Claude Bernard, lorsqu'il dit sous une autre forme :

« Ce qui caractérise la machine vivante, ce n'est pas la nature de ses propriétés physiques et chimiques, si complexes qu'elles soient, mais bien la *création* de cette machine, qui se développe sous nos yeux dans des conditions qui lui sont propres et d'après une idée définie qui exprime la nature de l'être vivant.....

« Ce qui est essentiellement du domaine de la vie, et qui n'appartient ni à la physique, ni à la chimie, ni à autre chose, c'est l'*Idée directrice de cette évolution vitale*. Dans tout germe vi-

vant, il y a une *idée créatrice* qui se développe et se manifeste par l'*organisation*..... (*Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris 1868, in-8°, p. 162).

Après avoir indiqué d'abord dans quel ordre de questions se classe dogmatiquement celle qui fait le sujet de ces paragraphes, après avoir montré de quelle manière plus ou moins explicite elle a été posée sans avoir été réellement résolue, nous pouvons actuellement aborder directement l'examen des faits physiologiques connus qui s'y rattachent.

(*La fin à un prochain numéro.*)

SUR

LA CAUSE DU DÉVELOPPEMENT DIFFÉRENT

DU SENS DE LIEU DE LA PEAU

Par M. le Dr K. VIERORDT

Professeur de physiologie à l'Université de Tübingen (1).

L'auteur de cette remarquable observation : que les différentes places de notre peau sont douées d'une différence extraordinaire de finesse pour le sens de lieu, admet, pour expliquer ce fait encore obscur aujourd'hui, que les parties pourvues d'un sens de lieu plus subtil possèdent plus de fibres nerveuses élémentaires que celles où ce sens est plus obtus (2). Il y a, en effet, de grandes différences dans la richesse nerveuse des diverses régions de la peau, mais on ne put arriver, ainsi que la nature de la chose l'indique *à priori*, à prouver autre chose que la finesse ou subtilité du sens de lieu est pour chaque région de la peau proportionnelle au nombre des fibres nerveuses et de leurs divisions qui lui appartiennent. Aussi E. H. Weber n'oublia-t-il pas d'assigner aux influences de l'exercice, difficile, il est vrai, à déterminer exactement, la part qui leur convient, influences que plus tard Volkmann a démontrées expérimentalement avec cette restriction : que ce perfectionnement du sens de lieu dans une place de la peau acquis par l'exercice, diminue bientôt si cet exercice cesse.

Si l'on admettait comme cause principale la différence de richesse nerveuse des diverses régions de la peau, cette hypothèse serait, selon moi, contredite par le fait, démontré également pour la première fois par notre illustre maître dans la science, que les sensations de température et de pression ne présentent pas d'auss

(1) Traduit dans le 2e volume des *Archives de physiol. de Pflüger*, par M. Édouard Vaillant.

(2) E. H. Weber, 3e volume du *Dictionnaire de physiologie de Wagner* ; 1846.

grandes différences dans chaque place de la peau; fait que, suivant mon avis, l'on ne pourrait accorder que par d'ingénieuses hypothèses avec ce que l'expérience nous a appris sur le sens de lieu.

Devant cette position de la question, je crois pouvoir présenter une hypothèse que, sans l'avoir essayée dans des cas spéciaux, je me suis proposée pour expliquer ce sujet, et qui a cet avantage évident que sa valeur se laisse éprouver d'une façon entièrement objective par voie de mesure.

Dans les mouvements d'une portion du corps, chaque partie qui y participe se meut avec une vitesse différente et parcourt dans le même temps un espace très-différent. Si nous imprimons un mouvement à notre doigt étendu, la troisième phalange décrit un espace plus de deux fois plus grand que celui décrit par la première; est-ce l'extrémité supérieure étendue qui se meut : alors la troisième phalange du médius décrit un espace plus de sept fois plus grand que celui décrit par les points situés à la limite du premier et du second tiers du bras. Ces énormes différences de vitesse et d'espace parcouru doivent avoir quelque influence sur les sensations de chaque partie, surtout sur le jugement que nous formons sur leur position relative.

Comme première conséquence de mon hypothèse, je poserai le principe suivant : *La finesse du sens de lieu des divers lieux de la peau d'une région du corps, toujours mue dans sa totalité, est toujours proportionnelle aux distances moyennes de ces lieux à leurs axes communs de rotation.*

Interrogeons d'abord le sens de lieu de la peau de la tête. Les mouvements d'ensemble de la tête sont relativement de nature simple; aussi cette partie du corps fournit-elle un moyen peu compliqué d'examiner mon hypothèse. Dans le tableau suivant, je donne dans la première colonne les mesures de E. H. Weber, dans la seconde colonne celles de Valentin (voy. son *Manuel de physiologie*, 2e édition, vol. II), dans la troisième colonne, les valeurs moyennes des nombres trouvés par ces deux savants, et je prendrai ces dernières pour base de mes calculs. Pour plus de commodité, ces valeurs sont exprimées en nombres relatifs et sont

l'expression de l'état obtus des sens. Relativement aux nombres absolus, je renvoie aux sources indiquées. La colonne 4 donne, en lignes de Paris, les distances des diverses régions de la peau de la tête à l'axe de rotation, dans la rotation de la tête et de l'atlas autour de l'axe vertical passant par l'apophyse odontoïde de l'axis. Pour la mesure de ces distances, j'emploie les excellents dessins anatomiques de Tiedemann (Tab. Art., planche 7, fig. 3).

TABLEAU I.

RÉGION.	DEGRÉ de sensibilité obtuse du sens de lieu observé.			DISTANCE des régions à		VALEURS CALCULÉES du degré de sensibilité obtuse du sens de lieu.			DIFFÉRENCES entre les résultats du calcul et de l'observation.
	Weber.	Valentin.	Moyennes de I et II.	Axe de rotation vertical.	Axe de rotation horizontal.	Quotients de IV.	Quotients de V.	Moyennes de VI et VII.	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Lèvres.	1,3	1	1,15	60″	62‴	1,06	1,1	1,08	— 7 p. 100
Pointe du nez	1	1	1	64	69	1,0	1,0	1	0
Paupières	1,7	1,7	1,7	45	53	1,4	1,3	1,35	— 20
Région du buccinateur.	1,7	2,1	1,9	36	38	1,8	1,9	1,85	— 3
Os zygomatique en avant.	2,3	2,1	2,2	42	46	1,6	1,5	1,55	— 30
Os zygomatique en arrière.	3,3	2,4	2,8	27	34	2,4	2,0	2,2	— 20
Peau du front en bas.	2,3	2,7	3,0	48	68	1,4	1,0	1,2	— 60
Sinciput	5,0	4,3	4,7	10	69	6,4 (1)	1,0 (1)	3,7	— 20
Occiput	4,0	3,8	3,9	20	18	3,2	3,8	3,5	— 10

La colonne V donne les distances des diverses parties de la peau de la tête à l'axe autour duquel tourne la tête dans ses mouvements d'avant en arrière et d'arrière en avant (2). Dans la colonne IV, la plus grande distance de l'axe vertical de rotation de la tête est celle de la pointe du nez (64″); si l'on divise le nom-

(1) Il n'y a aucune contradiction entre les nombres 6,4 et 1,0 pour le même lieu de la peau, car il s'agit de *tous* les axes, et l'on n'a finalement à considérer que les valeurs contenues dans la colonne VIII.

(2) Ce mouvement n'est pas, comme on le dit généralement, un pur mouvement de la tête, mais la colonne vertébrale cervicale entière fait plus ou moins avec la tête ce mouvement d'avant en arrière et d'arrière en avant. Nous pouvons faire tourner les condyles de l'os occipital sur les surfaces articulaires de l'atlas, quand, par un artifice, nous fixons la colonne vertébrale cervicale: mais habituellement celle-ci accompagne le mouvement. En tenant compte de ce fait sensible on renverserait cette opinion erronée qui ôte au sterno-cléido-mastoïdien la fonction d'incliner la tête (à certaines périodes du mouvement en avant de celle-ci).

bre 64 par les autres nombres contenus dans la colonne IV, on obtient, dans le sens de notre hypothèse, les valeurs comparatives du sens de lieu exprimées aussi relativement au lieu de sensibilité obtuse de ce sens. Les valeurs obtenues sont inscrites avec la désignation « Quotients de IV » dans la colonne VI. La colonne VII donne d'une façon semblable les nombres de la colonne V. La colonne VIII donne les moyennes de VI et VII. La colonne IX donne les différences entre les valeurs trouvées (III) et les valeurs calculées (VIII) en quantités pour cent des premières.

Tant à cause de la méthode employée par les expérimentateurs qu'à cause de la désignation complétement générale du lieu d'observation, il est visible qu'un tel accord de l'observation et du calcul ne peut être regardé comme l'œuvre du hasard. C'est pour la région : « peau du front en bas » qu'il y a la plus grande différence entre les résultats de l'observation et du calcul, mais je ne sais pas si les observations qui la concernent ont été faites sur la ligne médiane ou latéralement et à une certaine distance de cette ligne. J'ai admis le premier cas, mais, s'il en était autrement, la valeur calculée augmenterait quelque peu. Pour la même raison, la valeur calculée colonne VI pour le sinciput, ne peut être que très-approximative.

Nous avons dû, dans notre calcul des moyennes, admettre comme égales les influences des mouvements de la tête IV et V sur le développement du sens de lieu, quoique les mouvements exprimés par la colonne IV soient plus fréquents et vu leur plus grande facilité d'une plus grande énergie. Je n'ai considéré que les deux mouvements principaux de la tête; en tenant compte des autres mouvements, on aurait probablement obtenu un accord plus grand encore du calcul et de l'observation. Avant tout il faut, pour une épreuve aussi exacte que possible de mon hypothèse, une indication soigneuse du point de la peau sur lequel on expérimente et une détermination exacte des axes de rotation pour la personne même objet de l'expérimentation, ainsi que des distances de ces axes aux points de la peau observés.

Les extrémités, surtout les supérieures, ne sont pas toujours mues dans leur totalité; nous n'imprimons, en général, de mou-

vements qu'à des parties isolées de ces extrémités. Les complications du problème sont donc pour ces parties du corps beaucoup plus grandes, et nous arrivons plus difficilement à l'intelligence des phénomènes dans le sens de notre hypothèse.

Occupons-nous d'abord de l'*extrémité inférieure* dont les rapports sont plus simples que ceux de l'extrémité supérieure dont les mouvements sont bien plus complexes. Le tableau suivant est disposé comme le précédent ; les mesures de longueur sont de Krause ; pour les mesures du degré de sensibilité obtuse, je me tiens aux données de Weber. Quoique cette supposition ne se rapporte qu'au cas principal ainsi qu'indirectement aux flexions et extensions du genou, admettons que l'extrémité étendue rectilignement soit mue dans sa totalité et que le pied soit environ à angle droit avec la jambe.

TABLEAU II.

	LONGUEUR de la partie. I.	DISTANCE du lieu observé au point de rotation de la tête du fémur. II.	VALEURS calculées de sensibilité obtuse du sens de lieu. III.	DEGRÉ OBSERVÉ de sensibilité obtuse. Valeurs absolues. IV.	Valeurs relatives. V.
Cuisse, du trochanter au genou	191'''	95	4,1	milieu de la cuisse. 30'''	3,0
Jambe, du genou à l'articulation du pied.	182	182	2,1	jambe. 18'''	1,8
Hauteur du pied dans la région de l'axe de l'articulation du pied.	27	environ. 390	1	partie postérieure du talon. 10''' (1)	1
Total.	400'''				

On pourrait aussi, pour les quelques mesures de Weber du sens de lieu de divers points de la plante du pied, en rapportant ces valeurs seulement aux distances de points à l'axe de l'articulation du pied, obtenir un certain accord entre le calcul et l'observation. Mais comme les mesures de la sensibilité obtuse de ces parties ne sont qu'approximatives, et qu'il faudrait tenir

(1) Valentin donne un plus petit nombre (9''') dont l'adoption nous en donnerait un plus grand encore entre III et IV.

compte d'un second mouvement, le relèvement dans la station de la plante du pied sur les orteils, je n'en parlerai pas.

Arrivons enfin à l'*extrémité supérieure*. La colonne I du tableau suivant donne, d'après Krause, en lignes de Paris, les mesures de longueur de chaque partie de l'extrémité supérieure; comme Krause ne donne pas les trois dernières mesures, je les ai prises sur mon médius (de moyenne grandeur).

La colonne II donne en valeurs absolues (qui sont aussi relatives), les mesures de la sensibilité obtuse d'après Weber. Colonne III, d'après Valentin (les valeurs relatives sont entre parenthèses). La subdivision B se rapporte au côté de la flexion, la subdivision S à celui de l'extension. La colonne IV contient les moyennes des cinq dernières rubriques horizontales. La colonne V donne la distance du lieu de la peau expérimenté par les deux observateurs au point de rotation de l'articulation de l'épaule; la colonne VI donne la sensibilité obtuse calculée des régions de la peau dans l'hypothèse que l'extrémité étendue rectilignement, y compris les doigts, se meut dans sa totalité.

TABLEAU III.

	Longueur en lignes de Paris.	Weber.		Valentin.		Moyennes de II et III.	Distance à l'articulation de l'épaule.	Valeurs relatives calculées de la sensibilité obtuse.
	I.	II.		III.		IV.	V.	VI.
Bras.	144	30'''		17,1		»	72 (2)	4,8
Avant-bras.	120	18		13,3		»	204	1,7
Extrémité postérieure de l'avant-bras . . .	»	9		»		»	Environ 250	1,4
		B	S	B	S			
Main.	43	5	34 (6,4)	3,8 (5,3)	7,0 (3,3)	5,0	286	1,21
Peau sur la tête des os du métacarpe	»	3	»	2,8 (3,6)	5,2 (2,5)	3,0	307	1,12
Phalange 1 du médius.	19	2,5 (1)	7 (2,3)	1,65 (2,3)	4,9 (2,3)	2,3	316	1,1
— 2 — . .	14	2	5 (1,7)	1,56 (2,2)	3,9 (1,8)	1,9	333	1,04
— 3 — . .	11	1	3 (1,0)	0,71 (1)	2,1 (1)	1	346	1
Total.	351							

(1) Interpolée, car cette donnée manque.

(2) C'est-à-dire milieu du bras, de l'avant-bras, de la main et des phalanges.

Ainsi qu'il est *à priori* visible, les valeurs calculées ne peuvent s'accorder avec les valeurs observées; pour les phalanges, les différences relatives des nombres sont en VI très-petites, mais sont grandes en II et III. La simple considération de l'extrémité dans sa totalité se montre donc comme complétement insuffisante. Nous imprimons aux doigts seuls des mouvements beaucoup plus fréquents qu'à la fois à la main et aux doigts; de même les mouvements de la main sont plus fréquents que ceux de l'avant-bras, etc.; l'extrémité entière dans l'état d'extension ne reçoit que très-rarement des mouvements de totalité volontaires.

Les choses prennent une autre tournure quand nous considérons en elles-mêmes les parties principales de l'extrémité.

Nous mouvons bien plus souvent la deuxième et la troisième phalange, que les trois phalanges ensemble, et quand ce dernier cas se produit, le mouvement de la première phalange est en général excessivement petit, c'est-à-dire ce n'est que par exception que le doigt est mû dans l'état d'extension rectiligne.

Pour les mouvements des phalanges 2 et 3 nous avons (voyez colonne I, tableau III) les valeurs 14 et 25 (14 + 11); d'où l'on obtient pour mesures de sensibilité obtuse des phalanges 3 et 2 les valeurs 1 et 1,8 très-rapprochées de celles données par l'observation.

Pour la main et les doigts étendus rectilignement, nous aurions les valeurs suivantes :

TABLEAU IV.

	DISTANCE à l'articulation de la main.	SENSIBILITÉ OBTUSE calculée.
	Lignes de Paris.	
Milieu de la main.	22	4,0
Tête des os du métacarpe. .	40 envir.	2,2
Phalange 1 du médius (1). .	62	1,4
— 2 —	76	1,15
— 3 —	87	1

Calcul et observation s'accordent suffisamment pour les deux régions de la main (voyez tableau III); nous n'avons pas à tenir

(1) Les extrémités postérieures des phalanges du médius.

compte des doigts, car, comme nous l'avons dit plus haut, nous devons considérer en eux-mêmes les 2e et 3e phalanges et le doigt entier.

Le milieu de l'avant-bras est éloigné de 60 lignes de l'articulation du coude; l'extrémité postérieure de l'avant-bras, observée par Weber, en est éloignée d'environ 120 lignes (1); les nombres relatifs trouvés par Weber qui s'y rapportent sont 18 et 9, c'est-à-dire la finesse du sens de lieu à l'extrémité postérieure de l'avant-bras est le double de la valeur trouvée pour le milieu de l'avant-bras.

Les milieux du bras et de l'avant-bras ont comparé entre eux, d'après Weber, les mesures de sensibilité obtuse 1, 7 et 1 (30 et 18'''); pour l'extrémité étendue rectilignement, les mesures de sensibilité obtuse trouvées par le calcul seraient 2, 8 et 1. Mais on peut peut-être admettre comme juste l'hypothèse, que la position naturelle de l'avant-bras relativement au bras est en général celle d'une flexion modérée à l'articulation du coude, c'est-à-dire que le milieu de l'avant-bras est en moyenne plus rapproché que 204 lignes de l'articulation de l'épaule (col. V, tableau III). Notre mesure calculée de sensibilité obtuse relative du milieu de l'avant-bras devient alors plus petite, c'est-à-dire se rapproche de la valeur de la sensibilité obtuse observée. Cependant, je ne veux donner aucune importance particulière à cette hypothèse peut-être un peu arbitraire.

Dans cette recherche spéciale de notre problème, nous pouvons, non arbitrairement, mais comme conséquence immédiate de la nature du mouvement des parties, déduire ce nouveau principe : *Dans les parties où les mouvements de totalité jouent un rôle bien moins important que les mouvements des parties individuelles, on ne doit comparer entre elles, dans le sens de notre hypothèse, que les petites régions de la peau de ces parties individuelles.*

Quoiqu'il y soit plus difficile d'en constater l'exactitude, notre

(1) Plus bas nous adopterons un plus petit nombre, environ 106 lignes, car Weber n'a pas expérimenté sur le point « le plus inférieur » de l'extrémité inférieure de l'avant-bras.

hypothèse se maintient en face des phénomènes du sens de lieu à l'extrémité supérieure. Je ne m'occuperai pas, relativement à notre problème, des autres mouvements des parties de l'extrémité supérieure, parce que leur part dans le résultat final ne se laisse pas déterminer exactement. Leur influence est d'ailleurs petite.

A l'objection que nous mouvons aussi le bras entier autour de la main reposant sur un appui, etc., ce qui produit un changement total des rapports de mouvement considérés plus haut, je répondrai que ce changement de mouvement, n'étant qu'une rare exception, ne modifie pas essentiellement le résultat final, mais surtout je ferai remarquer qu'alors, aux sensations musculaires (ou si l'on aime mieux, aux perceptions de position) du bras, viennent s'ajouter d'autres sensations nombreuses prédominantes causées par les mouvements du tronc et de la tête. Et je ferais exactement la même réponse à l'objection : que les parties de la jambe appuyée (dans la station et surtout dans la marche) augmentant de bas en haut, font de plus grandes excursions. Il s'ajoute à la sensation générale de la jambe de nombreuses autres sensations d'équilibre des parties du tronc de la tête, etc. Si, au point de vue de notre hypothèse, nous ne pouvons pour certaines parties considérer que les mouvements de leurs sous-divisions, à plus forte raison ne pouvons-nous tenir compte d'organes éloignés du corps dans la détermination de la délicatesse du sens de lieu d'un organe individuel. *On doit regarder comme déterminant exclusif, les mouvements que la partie ainsi que ses sous-divisions accomplissent, considérés en eux-mêmes.*

Cherchons à établir un rapport réciproque entre les valeurs calculées de la sensibilité obtuse du sens de lieu pour toutes les régions, par nous considérées, de la peau de l'extrémité supérieure. Les phalanges 3e et 2e, qui forment entre elles un tout fonctionnel ont, d'après nos calculs, les valeurs 1 et 1,8; nous avons obtenu pour la 1re phalange (en considérant le mouvement du doigt dans son ensemble) le nombre 2,3. Ces valeurs sont en complet accord avec les nombres trouvés par l'observation.

Le tableau IV donne pour le mouvement total de la main et

des doigts étendus, comme valeurs calculées : phalange 1 = 1,4 — tête des os du métacarpe 2,2 — milieu de la main 4,0. Comme la phalange I ne peut entrer qu'avec sa valeur calculée pour le mouvement total du doigt, nous obtenons : $\frac{1,4}{2,2} = \frac{2,3}{x}$, c'est-à-dire pour la région de la tête des os du métacarpe une valeur pour la sensibilité obtuse égale à 3,6 (le nombre donné par l'observation est, d'après le tableau III, 3,0) ; de la même manière on obtient pour le milieu de la main, par le calcul, 6,6, l'observation ayant donné (tableau III) 5,0.

Prenons l'avant-bras, plus la main, le milieu de la main, dans leur ensemble ; la distance de l'extrémité inférieure (par le point le plus inférieur) de l'avant-bras, expérimentée par Weber, à l'articulation du coude, est environ 106''' (en accord avec le nombre 250, tableau III) ; la distance du milieu de la main au coude $= 120 + 22 = 144$. D'après cela, la sensibilité obtuse du sens de lieu du milieu de la main étant posée égale à 1, la sensibilité obtuse calculée de la partie postérieure de l'avant-bras $= \frac{144}{106} = 1,36$ Ainsi, comparativement au milieu de la main, la sensibilité obtuse de cette région sera $= \frac{1}{1,36} = \frac{6,6}{x} = 8,9$ (le nombre trouvé par Weber, tableau III, col. II est 9). On trouve de la même manière 15,8 pour le calcul, pour la sensibilité obtuse du milieu de l'avant-bras (Valentin donne 13,3; Weber donne 18 dans le tableau III). D'après les mêmes principes, 44 représenterait la sensibilité obtuse calculée du milieu du bras (bras et avant-bras étant admis comme étendus rectilignement et mus dans leur totalité) (30 est la valeur observée par Weber). Les mesures directement trouvées de la subtilité du sens de lieu à l'avant-bras et au bras ont grandement besoin d'une épreuve subséquente exacte et étendue au plus de lieux possible. Il résulte néanmoins de notre exposition que l'accord entre le calcul et l'observation va aussi loin qu'on pouvait le désirer.

En donnant la preuve d'un rapport entre la délicatesse du sens de lieu et la grandeur de mouvement des divers lieux de la peau,

nous n'avons nullement exposé la raison la plus intime du phénomène. Ce serait cependant anticipé de traiter maintenant cette question; le besoin d'interroger la subtilité du sens de lieu d'une région du corps de la façon la plus exacte, par de nombreuses expériences et à beaucoup de places différentes, est plus opportun. J'ai dernièrement, avec deux de mes élèves, entrepris des recherches spéciales, ne nous occupant que de l'extrémité supérieure dont l'étude est, il est vrai, soumise à des conditions très-complexes, mais qui d'un autre côté offre l'avantage que la délicatesse du sens de lieu s'y montre avec de très-grandes différences.

ÉTUDE
D'UN CAS D'HERMAPHRODISME BISEXUEL IMPARFAIT
CHEZ L'HOMME

Par M. le docteur E. GOUJON
Lauréat de la Faculté de Paris, etc.

PLANCHES XVI ET XVII.

INDICATIONS PRÉLIMINAIRES.

Dans le courant du mois de février 1868, un jeune homme, employé dans une administration de chemin de fer, se donnait volontairement la mort par asphyxie carbonique dans une chambre plus que modeste, située au cinquième étage d'une maison de la rue de l'École-de-Médecine. M. Régnier, médecin de l'état civil, et le commissaire de police du quartier, prévenus de ce fait, se rendirent au domicile de ce malheureux, et trouvèrent sur une table une lettre laissée par lui, dans laquelle il disait s'être donné la mort pour échapper à des souffrance qui l'obsédaient constamment. Ces messieurs, d'après l'aspect extérieur du cadavre et les renseignements qu'ils recueillirent de la concierge de la maison qui voyait tous les jours ce jeune homme, ne soupçonnant rien qui pût expliquer les souffrances auxquelles il faisait allusion, eurent l'idée d'examiner les organes génitaux, supposant qu'il pouvait être atteint d'une affection syphilitique, qui, comme on le sait, plonge souvent les individus qui en sont atteints dans un profond marasme et un grand abattement moral qui, très-souvent, pousse au suicide certains sujets déjà naturellement mélancoliques.

M. Régnier, à cet examen, vit de suite une anomalie très-grande organes génitaux externes et reconnut un cas d'hermaphrodisme masculin des mieux caractérisés. En effet, il est difficile,

comme on le verra par la suite, de rencontrer un mélange des deux sexes porté plus loin, pour tout ce qui a trait aux organes génitaux externes. Je fus prévenu de ce fait par le docteur Duplomb, qui, aussi bien que moi, regrettait que cette observation fût perdue pour la science, et nous priâmes ensemble M. Régnier d'user de toute son influence auprès du commissaire de police pour qu'on me permît de faire l'autopsie et d'enlever les différentes parties sur lesquelles portait l'anomalie. Cette autorisation me fut accordée à condition qu'il me serait adjoint un médecin ayant une position officielle; on prévint alors M. Houel, agrégé de la Faculté, que je dois remercier ainsi que le docteur Régnier, du désintéressement avec lequel ils m'abandonnèrent complétement l'étude de ce cas remarquable.

L'observation que je rapporte est assurément une des plus complètes que la science possède dans ce genre, puisque l'individu qui en est l'objet a pu être suivi pour ainsi dire de sa naissance jusqu'à sa mort, et que l'examen de son cadavre aussi bien que l'autopsie ont pu être faits avec tout le soin désirable. Cette observation est surtout complète par ce fait exceptionnel, que le sujet qui est en cause a pris soin de nous laisser de longs mémoires, par lesquels il nous initie à tous les détails de sa vie et à toutes les impressions qui se sont produites chez lui aux différentes périodes de son développement physique et intellectuel. Ces mémoires ont (1) d'autant plus de valeur qu'ils émanent d'un individu doué d'une certaine instruction (il avait un brevet d'institutrice et avait été reçu le premier au concours de l'École normale pour l'obtention de ce diplôme), et faisant des efforts pour se rendre compte des différentes impressions qu'il éprouve.

La situation de cet individu n'est pas sans exemple. On trouve en effet, dans Geoffroy Saint-Hilaire, des observations qui ont une grande analogie avec celle que je rapporte (2). L'hermaphrodite

(1) M. le professeur Tardieu étant devenu possessenr de ces mémoires, avec son obligeance habituelle, a bien voulu me les communiquer.

(2) Voyez I. Geoffroy Saint-Hilaire, *Histoire des anomalies de l'organisation*. Paris, 1836, in-8, t. II, p. 30 et suivantes, et atlas, pl. IV.

qui nous occupe fut inscrit sur les registres de l'état civil comme appartenant au sexe féminin ; il fut élevé avec des jeunes filles, au milieu desquelles il passa son enfance et son adolescence. Des modifications physiques qui se produisirent plus tard le forcèrent à demander une rectification de l'état civil, qui, définitivement, le rendit à son sexe, qui était masculin, bien que par un examen superficiel des organes génitaux externes on fût plus disposé à le ranger parmi les femmes : voici du reste un passage de ses mémoires où il énumère rapidement ses différentes positions : « De mon arrivée à Paris date une nouvelle phase de ma double et bizarre existence.

» Élevé pendant vingt ans au milieu de jeunes filles, je fus d'abord et pendant deux années au plus femme de chambre; à seize ans et demi j'entrai en qualité d'élève maîtresse à l'École normale de.... ; à dix-neuf ans j'obtins mon brevet d'institutrice ; quelques mois après je dirigeais un pensionnat assez renommé dans l'arrondissement de.....; j'en sortais à vingt et un ans, c'était au mois d'avril ; à la fin de la même année, j'étais à Paris au chemin de fer de..... »

L'autopsie qu'on a pu faire a permis de rectifier le premier jugement qui avait été porté sur son sexe pendant la plus grande partie de sa vie, et de confirmer l'exactitude du diagnostic qui l'avait en dernier lieu remis à sa véritable place dans la société.

D'après l'énoncé qui précède, on voit que le cas présent soulève plusieurs questions physiologiques et médico-légales. La conformation des organes génitaux externes de cet individu lui permettait, bien qu'il fût manifestement un homme, de jouer dans le coït indistinctement le rôle de l'homme ou de la femme ; mais il était stérile dans l'un et l'autre cas. Il pouvait jouer le rôle de l'homme dans cet acte, à la faveur d'un pénis imperforé susceptible d'érection, et atteignant alors le volume de la verge de certains individus régulièrement conformés.

Comme on le verra plus loin par sa description, cet organe était plutôt un clitoris volumineux qu'un pénis ; on voit en effet quelquefois, chez la femme, le clitoris atteindre le volume du doigt

indicateur. L'érection pouvait être accompagnée d'éjaculation et de sensations voluptueuses, comme il nous l'apprend dans ses mémoires. Cette éjaculation ne se faisait point par le pénis, qui était imperforé comme je l'ai dit plus haut. Un vagin finissant en cul-de-sac et dans lequel on pouvait entrer sans résistance le doigt indicateur, lui permettait de jouer également le rôle de la femme dans l'acte du coït. A ce vagin, situé comme il l'est ordinairement chez la femme, étaient annexées des glandes vulvo-vaginales s'ouvrant de chaque côté de la vulve et à côté de l'ouverture de deux autres petits conduits servant à l'émission ou éjaculation du sperme.

J'avais fait la description anatomique du sujet qui nous occupe, lorsque j'appris de M. le professeur Tardieu que ce malheureux avait été l'objet d'un rapport médico-légal d'un médecin distingué de la Rochelle, au moment où le tribunal avait eu à prononcer le jugement qui devait modifier son état civil et le rendre à son véritable sexe. Ce rapport étant très-exact et très-bien fait, je le rapporte en entier, et j'aurai peu de choses à y ajouter pour tout ce qui a trait aux organes génitaux externes, si ce n'est pourtant quelques modifications survenues pendant le temps qui a séparé les deux examens. Voici ce rapport tel qu'il se trouve dans les *Annales de médecine légale* (1) :

« Je soussigné, docteur en médecine, demeurant à la Rochelle, » département de la Charente-Inférieure, expose à qui de droit ce » qui suit :

» Un enfant, né des époux B...., à Saint-Jean-d'Angely, le » 8 novembre 1838, fut déclaré à l'état civil comme une fille, et » quoique inscrite sous les noms d'Adélaïde-Herculine, ses parents » prirent l'habitude de l'appeler Alexina, nom qu'elle a continué » à porter jusqu'à ce moment. Placée dans les écoles de jeunes » filles, et plus tard à l'École normale du département de la Cha- » rente-Inférieure, Alexina a obtenu il y a deux ans un brevet » d'institutrice, et en exerce les fonctions dans un pensionnat.

(1) *Annales d'hygiène et de médecine légale*. 1860, 2e série, t. XIV, p. 206. — Question d'identité ; — vice de conformation des organes génitaux externes ; — hypospadias ; — erreur sur le sexe, par le docteur Chesnet (de la Rrochelle).

» S'étant plainte de douleurs qu'elle éprouvait dans l'aine » gauche, on se décida à la soumettre à la visite d'un médecin, » qui ne put retenir à la vue des organes génitaux l'expression » de la surprise. Il fit part de ses observations à la maîtresse du » pensionnat, qui chercha à tranquilliser Alexina, en lui disant » que ce qu'elle éprouvait tenait à son organisation et qu'il n'y » avait point à s'en inquiéter. Alexina, préoccupée toutefois d'une » sorte de mystère dont elle entrevoyait qu'elle était l'objet, et » quelques paroles échappées au médecin pendant sa visite, com- » mença à porter sur elle-même plus d'attention qu'elle ne l'avait » encore fait. En rapport tous les jours avec des jeunes filles de » quinze à seize ans, elle éprouvait des émotions dont elle avait » peine à se défendre. Plus d'une fois, la nuit, ses rêves étaient » accompagnés de sensations indéfinissables, elle se sentait » mouillée, et trouvait le matin, sur son linge, des taches gri- » sâtres et comme empesées.

» Surprise autant qu'alarmée, Alexina confia l'état si nouveau » de son âme à un ecclésiastique qui, non moins étonné sans » doute, l'engagea à profiter d'un voyage qu'elle devait faire à » la Rochelle, où demeure sa mère, pour consulter monseigneur. » Elle se présenta en effet à l'évêché, et à la suite de cette visite, » je fus chargé d'examiner avec soin Alexina, et de donner mon » avis sur son véritable sexe. De cet examen résultent les faits » suivants :

» Alexina, qui est dans sa vingt-deuxième année, est brune, » sa taille est de 1m, 59. Les traits du visage n'ont rien de bien » caractérisés et restent indécis entre ceux de l'homme et ceux de » la femme. La voix est habituellement celle d'une femme ; mais » parfois, dans la conversation ou dans la toux, il s'y mêle des » tons graves et masculins. Un léger duvet recouvre la lèvre supé- » rieure ; quelques poils de barbe se remarquent sur les joues, » surtout à gauche. La poitrine est celle d'un homme ; elle est » plate et sans apparence de mamelles. Les règles n'ont jamais » paru, au grand désespoir de sa mère et d'un médecin qu'elle a » consulté, et qui a vu toute son habileté rester impuissante » faire apparaître cet écoulement périodique. Les membres supé-

» rieurs n'ont rien des formes arrondies qui caractérisent ceux » des femmes bien faites ; ils sont très-bruns et légèrement velus. » Le bassin, les hanches sont ceux d'un homme.

» La région sus-pubienne est garnie d'un poil noir des plus » abondants. Si l'on écarte les cuisses, on aperçoit une fente lon- » gitudinale, s'étendant de l'éminence sus-pubienne aux environs » de l'anus. A la partie supérieure, se trouve un corps péniforme, » long de 4 à 5 centimètres de son point d'insertion à son extré- » mité libre, laquelle a la forme d'un gland recouvert d'un pré- » puce légèrement aplati en dessous et imperforé. Ce petit membre, » aussi éloigné par ses dimensions du clitoris que de la verge » dans l'état normal, peut, au dire d'Alexina, se gonfler, se dur- » cir et s'allonger. Toutefois, l'érection proprement dite doit être » fort limitée, cette verge imparfaite se trouvant retenue infé- » rieurement par une sorte de bride qui ne laisse libre que le » gland.

» Les grandes lèvres apparentes que l'on remarque de chaque » côté de la fente sont très-saillantes, surtout à droite, et recou- » vertes de poils ; elles ne sont en réalité que les deux moitiés » d'un scrotum resté divisé. On y sent manifestement en effet, en » les palpant, un corps ovoïde suspendu au cordon des vaisseaux » spermatiques ; le corps, un peu moins développé que chez » l'homme adulte, ne nous paraît pas pouvoir être autre chose » que le testicule. A droite, il est tout à fait descendu ; à gauche, » il est resté plus haut ; mais il est mobile et descend plus ou » moins quand on le presse. Ces deux corps globuleux sont très- » sensibles à la pression quand elle est un peu forte. C'est selon » toute apparence le passage tardif du testicule à travers l'anneau » inguinal qui a causé les vives douleurs dont se plaignait Alexina, » et rendu nécessaire la visite d'un médecin, qui, apprenant » qu'Alexina n'avait jamais eu ses règles, s'écria : « Je le crois » bien, elle ne les aura jamais. »

» A un centimètre au-dessous de la verge se trouve l'ouverture » d'un urèthre tout féminin. J'y ai introduit une sonde et laissé » couler une petite quantité d'urine. La sonde retirée, j'ai engagé » Alexina à uriner en ma présence, ce qu'elle a fait d'un jet

» vigoureux, dirigé horizontalement à la sortie du canal. Il
» est bien probable que le sperme doit également être lancé à
» distance.

» Plus bas que l'urèthre et à 2 centimètres environ plus
» bas que l'anus, se trouve l'orifice d'un canal très-étroit, où
» j'aurais pu peut-être faire pénétrer l'extrémité de mon petit
» doigt, si Alexina ne se fût retirée, et n'eût paru en éprouver de la
» douleur. J'y introduisis ma sonde de femme, et reconnus que ce
» canal avait à peu près 5 centimètres de long et se terminait
» en cul-de-sac. Mon doigt indicateur introduit dans l'anus a senti
» le bec de la sonde à travers les parois qu'on peut appeler recto-
» vaginales.

» Ce canal est donc une sorte d'ébauche du vagin, au fond
» duquel on ne trouve aucun vestige de col utérin. Mon doigt,
» porté très-haut dans le rectum, n'a pu, à travers les parois de
» l'intestin, rencontrer la matrice. Les fesses et les cuisses, à
» leur partie postérieure, sont couvertes d'une abondance de poils
» noirs, comme chez l'homme le plus velu. Des faits ci-dessus que
» conclurons-nous? Alexina est-elle une femme? Elle a une vulve,
» des grandes lèvres, un urèthre féminin, indépendant d'une sorte
» de pénis imperforé, ne serait-ce pas un clitoris monstrueuse-
» ment développé? Il existe un vagin, bien court à la vérité, bien
» étroit, mais enfin qu'est-ce si ce n'est un vagin? Ce sont là des
» attributs tout féminins : oui, mais Alexina n'a jamais été réglée;
» tout l'extérieur du corps est celui d'un homme, mes explora-
» tions n'ont pu me faire trouver la matrice. Ses goûts, ses pen-
» chants, l'attirent vers les femmes. La nuit, des sensations
» voluptueuses sont suivies d'un écoulement spermatique, son
» linge en est taché et empesé. Pour tout dire enfin, des corps
» ovoïdes, un cordon des vaisseaux spermatiques se trouve au
» toucher dans un scrotum divisé. Voilà les vrais témoins du sexe;
» nous pouvons à présent conclure et dire : Alexina est un homme,
» hermaphrodite sans doute, mais avec prédominance évidente
» du sexe masculin. Son histoire est pour les parties essentielles
» la reproduction presque complète d'un fait raconté par M. Marc
» dans le *Dictionnaire des sciences médicales*, à l'article HER-

» MAPHRODITE, et cité également par Orfila, dans le premier volume » de sa médecine légale. Marie-Marguerite, dont parle ces auteurs, » a sollicité et obtenu du tribunal de Dreux la rectification de son » sexe sur les registres de l'état civil. »

Au moment où je procède à l'examen du cadavre, le rapport qu'on vient de lire a été fait depuis huit ans, et l'individu qui en est l'objet est dans sa trentième année. Voici l'état que présente alors ce malheureux, qui se trouve dans un misérable réduit, comme il en existe encore malheureusement beaucoup à Paris, et que les progrès incessants de l'hygiène feront peut-être disparaître. Un mauvais grabat, une petite table et une chaise forment tout l'ameublement de ce lieu, où quatre personnes peuvent tenir à peine. Un petit fourneau de terre, dans lequel il ne reste que de la cendre, se trouve dans un coin à côté d'un chiffon qui contient du charbon de bois. Sur le lit, le cadavre est placé sur le dos, en partie habillé; sa face est cyanosée, et un écoulement de sang noir et spumeux se fait par la bouche. La taille est la même que celle notée dans le rapport de M. Chesnet; les cheveux sont noirs, assez abondants et fins; la barbe est également noire, mais n'est pas très-abondante sur les parties latérales de la face; elle est bien plus épaisse au menton et à la lèvre supérieure. Le col est grêle et assez long, et le larynx fait peu saillie en avant. La voix, d'après les renseignements recueillis auprès des personnes qui le voyaient, n'était pas fortement timbrée. La poitrine a les dimensions ordinaires et la conformation de celle d'un homme de cette taille, et l'on n'y rencontre pas de poils, si ce n'est au pourtour des mamelons qui sont noirs et peu saillants; quant aux mamelles, il n'en existe pas plus que chez un homme de cet embonpoint.

Les membres inférieurs et supérieurs sont recouverts de poils noirs très-fins et les saillies musculaires sont plus accusées qu'elles ne le sont chez la femme. Les genoux ne sont point inclinés l'un vers l'autre; le pied et la main sont petits; le bassin n'est pas plus développé qu'il ne doit l'être chez un homme.

ÉTAT DES ORGANES GÉNITAUX EXTERNES.

Sur le pénil, qui est proéminent, sont répandus abondamment des poils noirs, longs et frisés, qui couvrent également le périnée et les parties qui simulent les grandes lèvre set bordent complétement l'anus; disposition qui manque généralement chez la femme. A la place qu'il occupe normalement, se voit un pénis régulièrement inséré, long de 5 centimètres, et de 2 centimètres 1/2 de diamètre à l'état de flaccidité. Cet organe se termine par un gland imperforé, aplati latéralement et complétement découvert du prépuce qui forme une couronne à sa racine. Ce pénis, qui ne dépasse pas en volume le clitoris de certaines femmes, est légèrement recourbé en bas, retenu qu'il est dans cette position par la partie inférieure du prépuce qui va se confondre et se perdre dans les replis de la peau qui forment les grandes et les petites lèvres.

Un peu au-dessous du pénis et dans la situation qu'il a chez la femme, se trouve un urèthre analogue à celui de cette dernière, comme le montre la figure 1, pl. XVI et XVII. Il est facile d'y introduire une sonde et d'arriver dans la vessie que nous avons vidée de la sorte. Plus bas que l'urèthre, se voit l'orifice du vagin, et au moment où nous faisons cet examen, il se fait un léger écoulement de sang par la vulve; M. le docteur Régnier, qui le constate également, croit qu'il est occasionné par l'introduction du doigt plusieurs fois répétée à ce moment.

C'est en effet la seule explication qui convienne à ce phénomène; le sujet dont il est question, comme on l'a vu plus haut, n'a jamais eu d'écoulements de sang périodiques par la vulve, et l'examen des organes internes en donne très-bien l'explication. On introduit facilement le doigt indicateur dans toute la longueur du vagin; mais on ne sent rien au bout du doigt, qui rappelle la conformation d'un col utérin; on a au contraire la sensation d'un cul-de-sac. (Voyez l'explication de la figure 1 des planches XVI et XVII.)

La longueur de ce vagin est de 6 centimètres et demi; sur ses parties latérales, et dans toute sa longueur, on sent au tou-

cher deux petits cordons durs, placés au-dessous de la muqueuse, et qui sont, comme nous le verrons plus loin, les conduits éjaculateurs qui viennent s'ouvrir à l'orifice vulvaire et chacun d'un côté. La muqueuse vaginale est lisse et très-injectée, et se trouve recouverte dans toute son étendue d'un épithélium pavimenteux, qui est celui qui tapisse le vagin de la femme. On constate l'existence de petits follicules dans l'épaisseur de cette muqueuse. Près de l'orifice vulvaire se trouvent quelques replis circulaires de la muqueuse, mais ils ne rappellent pas par leur disposition l'existence de l'hymen. Dans l'espace compris entre les replis du prépuce qui retiennent le gland dirigé en bas, et l'orifice vulvaire, on trouve un assez grand nombre de petits orifices, de canaux excréteurs de glandes situées au-dessous, et en comprimant légèrement la peau de cette région, on fait sortir par ces petits trous une matière gélatineuse, incolore, et qui n'est autre que du mucus concret.

L'anus est situé à 3 centimètres et demi de la vulve et ne présente rien d'anormal. De chaque côté de l'organe érectile (pénis ou clitoris), et formant une véritable gouttière dans laquelle se trouve ce dernier, il existe deux replis volumineux de la peau qui sont les deux lobes d'un scrotum resté divisé. Le lobe droit, beaucoup plus volumineux que le gauche, contient manifestement un testicule d'un volume normal, et dont il est facile de percevoir au travers de la peau le cordon jusqu'à l'anneau. Le testicule gauche n'était pas complétement descendu, une grande partie était encore engagée dans l'anneau.

EXAMEN DES ORGANES INTERNES.

A l'ouverture du cadavre, on voit que l'épididyme seulement du testicule gauche avait franchi l'anneau ; il est plus petit que le droit ; les canaux déférents se rapprochent en arrière et en bas de la vessie. Ils ont des rapports normaux avec les vésicules séminales, d'où partent les deux canaux éjaculateurs qui font saillie et rampent sous la muqueuse vaginale de chaque côté jusqu'à l'orifice vulvaire. Les vésicules séminales, dont la droite est un

peu plus volumineuse que la gauche, sont distendues par du sperme qui a la consistance et la couleur normale. L'examen microscopique de ce liquide n'y montre pas de spermatozoïdes, qu'il soit pris dans les vésicules ou dans les testicules. On voit pourtant dans le testicule qui avait franchi l'anneau et la vésicule correspondante, des corps arrondis volumineux, qui rappellent les cellules mères des spermatozoïdes ou ovules mâles de M. Robin. Il est facile de dérouler les tubes testiculaires pour l'un et l'autre testicule, et le microscope ne montre rien d'anormal pour celui du côté droit ; mais pour celui de gauche, qui était en partie dans l'abdomen, les tubes sont graisseux et le parenchyme du testicule a une teinte jaunâtre que n'a pas l'autre.

Une petite canule étant placée dans chacune des vésicules séminales, je pousse une injection de lait pour m'assurer de la direction des conduits éjaculateurs ; ce lait vient sortir par jets à l'orifice de la vulve et de chaque côté comme je l'ai dit plus haut. La vessie, régulièrement située, est volumineuse ; distendue par une injection d'eau, elle remonte au-dessus du pubis. Rien ne rappelle par la forme la présence d'un utérus et des ovaires. On trouve seulement, bien au-dessus du cul-de-sac qui forme le vagin, un plan fibreux épais, sur lequel sont accolées les vésicules séminales, qui remonte très-haut derrière la vessie et retient de chaque côté le vagin fixé, en rappelant jusqu'à un certain point la forme des ligaments larges ; mais la dissection la plus attentive ne permet d'établir aucune assimilation avec un utérus ou des ovaires. Il fut du reste impossible de découvrir aucun orifice au fond du vagin ; il finissait complétement en cul-de-sac.

Le péritoine avait ses rapports normaux avec la vessie et il passait beaucoup au-dessus du cul-de-sac vaginal dont il était loin de toucher le fond.

On constate facilement à la dissection la présence de deux glandes vulvo-vaginales (voyez pl. XVI, fig. 2) qui ont le siége et le volume qu'elles ont ordinairement, et leur petit conduit excréteur qui vient s'ouvrir un peu au-dessous des canaux éjaculateurs du sperme ; en comprimant ces glandes, on fait sortir une assez grande quantité d'un liquide visqueux.

Sur l'urèthre et au voisinage du col de la vessie se trouvait également une petite glande, qui était assurément une prostate peu développée.

DISCUSSION DES FAITS PRÉCÉDENTS.

Bien qu'il paraisse extraordinaire qu'une méprise sur le sexe d'un individu puisse se prolonger pendant un temps aussi long, la science n'en possède pas moins un assez grand nombre d'exemples, dont quelques-uns ont la plus grande analogie avec celui qui nous occupe. Il est vrai de dire que la plupart de ces cas n'avaient pas été l'objet d'un examen attentif de la part de médecins, et que c'est le plus souvent une circonstance fortuite qui venait donner la démonstration physiologique du véritable sexe. On se souvient du cas « cité à propos d'un mémoire de Geoffroy Saint-Hilaire, d'un moine hermaphrodite, considéré comme homme, et qui, malgré ses vœux de chasteté, révéla en accouchant que son sexe n'était pas le même que celui de ses compagnons de cloître.» (L. Le Fort, *Vices de conformation des organes génitaux.*)

Schweikhard rapporte également l'histoire d'un individu inscrit comme fille et considéré comme telle jusqu'au moment où il demanda à épouser une fille devenue enceinte de ses œuvres. — Chez cet individu, le gland était imperforé et l'urèthre s'ouvrait au-dessous de lui ; l'urine suivait en sortant la direction horizontale de la verge. L'auteur ne dit point dans ce cas s'il avait constaté le lieu d'émission du sperme.

Louis Casper, dans un travail analysé par Martini, raconte que « sur la plainte d'une femme enceinte, qui accusait une sage-femme de lui avoir fait violence, et d'avoir exercé sur elle le coït, la sage-femme fut examinée. Il fut constaté que le clitoris, quoique plus développé qu'à l'ordinaire, n'avait pas les dimensions suffisantes pour exercer le coït ; que le vagin était tellement étroit qu'on ne pouvait y introduire que l'extrémité du petit doigt, et qu'il existait sur l'un des côtés une petite tumeur qui faisait supposer l'existence d'un testicule. »

Il serait facile de multiplier les exemples de ce genre, et il serait même profitable à la science que tous les documents qu'elle possède sur cette question fussent réunis dans un travail d'ensemble, qui deviendrait un guide précieux pour les médecins qui doivent être appelés à donner leur avis et prononcer un jugement sur ceux qui sont atteints de ce genre d'anomalie. Il ressortirait facilement de ce travail, d'après les observations que nous possédons, que s'il est difficile quelquefois et même impossible à la naissance de reconnaître le véritable sexe d'un individu, il n'en est pas de même dans un âge plus avancé et surtout aux approches de la puberté. Il se révèle en effet à ce moment, chez ces gens qui ont été victimes d'une erreur, des penchants et des habitudes qui sont ceux de leur véritable sexe, et dont l'observation aiderait considérablement à marquer leur place dans la société, si l'état des organes génitaux et de leurs différentes fonctions n'était pas suffisant pour arriver à ce but.

De cette réunion des observations, il ressortirait encore clairement ce fait, s'il était nécessaire de le démontrer encore, que l'hermaphrodisme n'existe pas chez l'homme et les animaux supérieurs.

La chirurgie est souvent toute-puissante pour remédier à certains vices de conformations désignés sous le nom d'hermaphrodisme, et plusieurs cas de succès très-remarquables se trouvent rapportés dans la thèse de M. Léon Le Fort : celui entre autres de Louise D..., emprunté à la pratique de M. Huguier, et à laquelle ce chirurgien fit un vagin artificiel avec un succès complet. On se souvient de l'observation de Marie-Madeleine Lefort, sur laquelle Béclard fut chargé de faire un rapport en 1815, et qui mourut en 1864 à l'Hôtel-Dieu. Malgré le rapport très-exact de Béclard, qui concluait qu'elle était une femme, elle n'en fut pas moins considérée pendant quarante ans, par la plupart des médecins et chirurgiens des hôpitaux, qui ont pu l'observer dans les différents services où elle se présentait, comme appartenant au sexe masculin. L'autopsie, faite par M. Dacorogna, interne du service où est morte Marie-Madeleine Lefort, a non-seulement démontré que Béclard avait raison et qu'elle possédait tous les attributs propres

au sexe qu'il lui avait désigné, et qu'elle ne différait des autres femmes que par un clitoris plus volumineux qu'il ne devait être et une imperforation du vagin qui se trouvait cloisonné par une membrane peu épaisse, et que la simple incision de cette membrane aurait suffi pour rendre le sujet définitivement à son sexe. Béclard avait du reste proposé cette opération alors qu'il fit son examen.

Pendant longtemps, on mit à contribution bien des causes diverses pour expliquer ce genre d'anomalie. L'anatomie comparée surtout a été invoquée souvent ; mais depuis les beaux travaux de M. Coste et d'autres embryogénistes modernes, c'est surtout à l'anatomie de développement ou embryogénie que l'on demande les lumières nécessaires pour résoudre de pareilles questions. C'est en effet l'étude de l'embryogénie qui nous montre que les divers temps d'arrêt subis par les embryons sont l'origine des différentes déformations ou monstruosités qui ne sont que trop souvent offertes à notre observation et qui constitue en grande partie l'anatomie pathologique et toute la science des monstruosités ou tératologie. Je vais donc mettre à contribution l'embryogénie pour expliquer l'état des organes génitaux externes du sujet dont je rapporte l'observation. D'après M. Coste, les organes génitaux externes ne commencent à apparaître que du quarantième ou quarante-cinquième jour, et alors que les organes internes correspondants ont déjà commencé leur développement depuis plusieurs jours. On voit alors à cette période fœtale, à la base du bourgeon caudal, dans la petite fente qui se creuse de plus en plus et qui doit communiquer un peu plus tard avec la vessie, le vagin et le rectum, on voit, dis-je, au sommet de cette petite fente ou sillon, deux petits corps arrondis qui doivent donner naissance chez l'homme aux corps caverneux de la verge, et chez la femme, au clitoris et aux petites lèvres.

Ces deux petites éminences se réunissent par leur bord supérieur, et forment entre leur bord inférieur, qui reste libre, une petite gouttière qui doit persister chez la femme, mais qui se transforme en un canal complet chez l'homme, et constitue l'urèthre. L'absence de réunion chez l'homme des bords libres de cette

fente ou gouttière établit le vice de conformation que nous désignons sous le nom d'hypospadias, ce qui est le cas du sujet que nous étudions.

Au-dessous des petites éminences dont je viens de parler, s'en développent bientôt deux autres qui doivent former le scrotum de l'homme ou les grandes lèvres de la femme. C'est donc la non-réunion des deux lobes du scrotum qui constitue ce que j'ai désigné sous le nom de grandes lèvres sur le sujet que j'étudie.

L'analogie que l'on peut établir entre les différentes glandes qui se trouvent dans le vagin de la femme et celles de l'urèthre de l'homme nous autorise parfaitement à affirmer que les glandes vulvo-vaginales de notre sujet n'étaient autres que les glandes de Cowper ou bulbo-uréthrales; celles qui existaient dans le vagin, qui finissaient en cul-de-sac, étaient les glandes de l'urèthre de l'homme ; ce cul-de-sac vaginal lui-même n'était autre chose que le canal de l'urèthre qui aurait dû exister à l'état normal.

M. le professeur Courty, qui s'est beaucoup occupé des analogies organiques qui existent dans les différents appareils, justifie ainsi d'une façon très-claire et très-vraisemblable, celles qu'il établit entre la portion membraneuse de l'urèthre chez l'homme et le vagin chez la femme. « Le vagin, en effet, se développe dans le blastème intermédiaire au rectum et à la vessie, immédiatement au-dessous de l'aponévrose périnéale moyenne, par la formation, dans la cloison vésico-rectale, d'un canal qui va à la rencontre, d'un côté, de la fente vulvaire, de l'autre, du col utérin. C'est identiquement dans le même point et de la même manière que se forme la portion membraneuse de l'urèthre de l'homme en avant de la crête uréthrale (adossement des deux spermiductes), en arrière de la fente ou gouttière pénienne, qui ne tarde pas à se convertir en canal par une soudure inférieure étendue jusqu'au bulbe inclusivement.

» De cette analogie, confirmée d'ailleurs par toutes sortes de preuves que je ne veux pas reproduire ici, découle une conséquence qui ne laisse pas que de paraître paradoxale, de prime abord, à savoir que, chez l'homme, il n'y a pas, à proprement parler, de canal de l'urèthre, tandis qu'il y en a véritablement un chez la

femme. Chez l'homme, le canal par où l'urine s'écoule de la vessie au dehors n'est autre chose que l'analogue du canal vagino-vulvaire de la femme développé d'autre façon et accommodé à d'autres usages. Chez l'homme, les voies urinaires proprement dites finissent au col de la vessie. Le canal, qui y fait suite appartient, par son origine et sa finalité, à l'appareil génital. Il est, à vrai dire, et par-dessus tout, propulseur de la semence. *Il se prête* seulement à l'excrétion de l'urine, ce liquide le parcourant d'un bout à l'autre et passant successivement dans ses portions prostatiques (col utérin), membraneuses (vagin), bulbo-spongieuses (vestibule) ; preuve nouvelle des différences de structure ou de destination que la nature sait imprimer aux organes fondamentalement identiques (1). »

La situation des canaux éjaculateurs sur le sujet dont je rapporte l'observation donne raison à la théorie de M. Courty ; on voit en effet que dans le développement normal de cet urèthre transformé en vagin, l'orifice externe de ces petits canaux correspondrait à la situation du verumontanum.

Parmi les questions médico-légales que peuvent soulever une observation semblable à celle d'Alexina, se présente celle ou un expert eût été appelé à se prononcer sur l'aptitude au mariage et à la reproduction. On eût assurément éprouvé de l'embarras à se prononcer sur une telle question ; mais je ne crois pas qu'on eût été suffisamment autorisé, après un examen sérieux des organes génitaux, à se prononcer pour la négative dans l'un et l'autre cas.

La procréation étant le but naturel du mariage, Alexina était porteur des organes caractéristiques de son sexe et dont les fonctions s'exerçaient. La disposition des canaux éjaculateurs s'opposait à ce que la semence fût portée directement au fond du vagin ; mais l'on sait très-bien aujourd'hui que la fécondation peut se produire alors même que le fluide séminal imprègne seulement l'entrée du vagin. La science possède de nombreuses observations de sujets atteints d'hypospadias, dont l'orifice uréthral externe était plus ou

(1) A. Courty, *Maladie de l'utérus et de ses annexes*. Paris, 1867, in-8, p. 37.

moins rapproché du scrotum, qui n'en sont pas moins devenus père de plusieurs enfants, et dans ce cas, l'authenticité de la paternité était démontrée par la transmission héréditaire à leurs enfants des vices de conformation dont ils étaient eux-mêmes atteints. Le fluide séminal pris dans la vésicule (pl. XVII, fig. 2) correspondante au testicule descendu sur le sujet de notre observation ne contenait pas de spermatozoïdes; à plus forte raison le sperme pris dans la vésicule du testicule qui était resté engagé dans l'anneau devait également en être dépourvu (1), et cela paraît être la règle pour les testicules qui n'accomplissent pas leur complète migration; mais cet état de choses ne pouvait bien être que temporaire pour le testicule complétement descendu chez Alexina, et l'on eut très-bien pu à un autre moment constater la présence de spermatozoïdes dans son liquide séminal. On sait très-bien que chez des hommes qui ont toutes les apparences de la santé, il y a quelquefois absence de spermatozoïdes pendant un temps donné, sous une influence quelconque, et qu'ils peuvent réapparaître ensuite. Cela pouvait bien être le cas du sujet que nous avons étudié. Contrairement aux cas de Follin, les nombreuses et intéressantes observations de monorchidie, rapportées par E. Godard, démontrent d'une manière constante la présence des spermatozoïdes dans le fluide séminal des individus qui n'avaient qu'un testicule dans le scrotum.

(1) Follin a également rapporté l'observation d'individus qui n'avaient qu'un testicule dans le scrotum et chez lesquels on ne trouvait aucun spermatozoïde ni d'un côté ni de l'autre. (Voyez aussi les recherches de Godard, *Sur la monorchidie et la cryptorchidie*. 1 vol. in-8, 1860, et *Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie,* 1859, avec planches.)

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XVI.

Fig. 1. A. Testicule droit, le seul dont la migration a été complète et se trouve logé dans un des lobes du scrotum.

B. Méat urinaire.

C. Vagin.

D. Verge ou clitoris.

E. Peau qui recouvre le gland et forme de chaque côté de cet organe deux replis assez étendus.

F. Orifices de glandules sébacées.

G. Orifice des canaux excréteurs du sperme.

H. Poils qui bordent l'anus.

I. Anus.

Fig. 2. Incision de la peau permettant de voir la glande vulvo-vaginale A et son canal excréteur.

B. Urèthre.

C. Orifice externe du canal excréteur de la glande vulvo-vaginale.

D. Orifice externe du canal déférent.

Planche XVII.

Fig. 1. Coupe du bassin montrant les organes internes.

A. Section de l'os iliaque.

B. Vésicule séminale.

C. Le testicule droit dont on a incisé les membranes ponr le mettre à découvert.

D. Gland de la verge.

E. Situation du méat urinaire.

F. Orifice du vagin.

G. La vessie.

H. Le rectum.

I. Le vagin finissant en cul-de-sac.

J. Anus.

Fig. 2. Destinée à montrer les canaux éjaculateurs B, B′ rampant sur la muqueuse du vagin incisé D.

A, A′. Vésicules séminales.

C. La vessie.

DE L'INFLUENCE
DES COURANTS ÉLECTRIQUES
SUR LE SYSTÈME NERVEUX

Par MM. Ch. LEGROS et ONIMUS.

EXPÉRIENCES SUR LES NERFS PÉRIPHÉRIQUES.

Préliminaires. — En lisant la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'influence de l'électricité sur le système nerveux, on est frappé du grand nombre d'expériences qui ont été faites sur ce sujet, comme des contradictions qui existent non-seulement d'un expérimentateur à l'autre, mais souvent chez le même expérimentateur. Aucune partie de la science peut-être ne renferme autant de faits opposés. Cela s'explique facilement, car les conditions de l'expérimentation sont très-compliquées ; il faut en effet tenir compte non-seulement de la force des courants, mais encore de leur direction, de la fonction du nerf, de son état d'excitabilité, de ses rapports avec les centres nerveux. En traitant chaque cas séparément, et en mentionnant les seuls faits que l'expérience a mis hors de doute, nous espérons pouvoir ramener tous ces faits à quelques lois simples, qui peuvent être facilement retenues et qui doivent constamment guider le médecin dans les applications thérapeutiques.

§ 1. — De l'influence des courants continus sur les nerfs moteurs.

Nous posons d'abord les principes suivants :

Quand on électrise des nerfs mixtes en communication avec la moelle, les contractions peuvent être réflexes; il est donc nécessaire, pour bien distinguer ce qui est dû à l'influence *directe* du nerf moteur, de séparer le nerf de la moelle. Il est inutile de dire qu'il faut au contraire que le nerf soit relié à la moelle, lorsqu'on étudie l'influence de l'électricité sur les nerfs sensitifs.

A. Courant direct, centrifuge ou descendant.

Lorsque sur un nerf, le sciatique par exemple, on place les électrodes d'une pile, de manière que le pôle positif soit placé au-dessus du pôle négatif, on observe une contraction au moment où l'on ferme le circuit, et dans certains cas, au moment où l'on cesse le courant. Pendant tout le temps que le courant circule, il n'y a pas de contraction, à moins qu'il y ait des variations d'intensité.

Si l'on emploie un courant très-faible, ou si la grenouille est déjà épuisée, on n'obtient de contraction qu'au moment de la fermeture et rien à l'ouverture du courant.

Si le courant est moyen, ou même avec un courant assez faible et si la grenouille est très-vivace, on obtient une contraction à la fermeture et à l'ouverture du courant. La contraction produite à l'ouverture du courant est toujours plus faible que celle qui a lieu à la fermeture.

B. Courant inverse, centripète ou ascendant,

Si, sur un nerf, on fait agir un courant inverse ou ascendant, on n'obtient de contraction qu'à l'ouverture du courant, lorsque le courant est faible.

Lorsque le courant est fort, on obtient des contractions comme dans le cas d'un courant direct, à la fermeture et à l'ouverture.

En mesurant au dynamomètre les contractions dues à l'application d'un courant électrique sur le nerf, on reconnaît que la contraction éveillée par l'introduction du courant direct dans un nerf, est toujours notablement plus forte que celle qu'éveille dans les mêmes conditions le courant inverse (Matteucci).

En opérant d'abord avec un courant assez faible pour ne produire aucune excitation sensible, puis, en augmentant graduellement l'intensité du courant, on obtient pour *premier* phénomène la contraction au moment où le courant direct commence à passer; le courant inverse, pour produire une contraction au moment où il cesse de passer, nécessite un courant un peu plus fort (Matteucci).

Le courant direct agit donc sur la contraction musculaire plus énergiquement que le courant inverse. Cette loi explique pourquoi dans l'expérience de Marianini, en faisant passer un courant d'un bras à l'autre, c'est dans le bras en contact avec le pôle négatif que la contraction a le plus d'énergie. C'est en effet dans ce membre que le courant est direct.

La même raison explique la plupart des faits observés par M. Chauveau.

Ce physiologiste a voulu poser en loi que le courant électrique n'agit qu'en son point de sortie, c'est-à-dire du côté du pôle négatif. Dans ce cas encore, il doit y avoir des filaments nerveux parcourus par le courant direct, ce qui détermine évidemment des contractions plus énergiques dans les muscles situés près du pôle négatif.

Nous pouvons conclure de tous ces faits *que le courant direct ou descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur le nerf moteur.*

§ 2. — **De l'influence des courants continus sur les nerfs sensitifs.**

L'excitation des nerfs sensitifs ne peut avoir pour conséquence que des phénomènes de douleur ou des contractions par action réflexe. Dans tous les cas, pour que les nerfs sensitifs puissent fonctionner ou déterminer une action résultant de leur excitation, il est nécessaire qu'ils soient reliés à la moelle. Ils sont pour ainsi dire à l'égard de la moelle ce que les nerfs moteurs sont pour les muscles ; ils transmettent leur excitation aux cellules nerveuses de la moelle, de même que les nerfs moteurs la transmettent aux muscles, et tous deux mettent en activité les éléments auxquels ils aboutissent et dont ils sont les excitants naturels.

A. Courant direct.

Le courant direct agit fort peu sur les nerfs sensitifs ; sur les nerfs mixtes, il éveille surtout, comme nous venons de le dire plus haut, des contractions dans les muscles qui reçoivent les branches du nerf moteur. En général, il détermine fort peu de

phénomènes de sensibilité au moment de la fermeture, mais très-souvent le contraire a lieu au moment de l'ouverture. Nous aurons à revenir sur cette dernière action, lorsque nous étudierons, au point de vue physiologique, les courants de polarisation.

Le courant inverse détermine des phénomènes de sensibilité, et de plus, des mouvements musculaires dans le dos et dans les membres supérieurs. Au moment de son application, l'animal pousse souvent des cris, et chez la grenouille, comme chez les chiens, et même chez l'homme, il y a, sous le rapport de la sensation et de la douleur, une différence très-grande entre le courant descendant et le courant ascendant.

Quand le nerf est très-épuisé, le courant inverse ne détermine sur le nerf sensitif que fort peu d'action, et son excitabilité disparaît bien avant celle du nerf moteur.

Nous avons cherché à isoler complétement l'influence de l'électricité sur les nerfs sensitifs des membres. Pour cela, l'un de nous a cherché à profiter des propriétés du curare, qui laisse au moins pendant quelque temps les nerfs sensitifs intacts, et qui ne paralyse point les nerfs moteurs d'un membre si l'on empêche par une ligature la circulation artérielle, et par conséquent, l'apport du poison dans les tissus de ce membre.

En empêchant l'accès du sang dans la jambe droite, chez une grenouille tuée par le curare, nous avons ainsi, dans toutes les parties du corps, des nerfs sensitifs capables de transmettre les impressions, mais il n'y a de nerfs moteurs intacts que dans la jambe droite *A* (fig. 1). Les contractions des muscles de cette jambe seront donc purement réflexes, si l'on excite les nerfs de la jambe opposée *B*, qui reste complétement immobile.

En appliquant un courant descendant $p\ n$, sur le nerf sciatique de la jambe paralysée, on obtenait dans la jambe saine opposée des contractions à la fermeture du courant et rien à l'ouverture.

Un courant ascendant, p', n' déterminait des contractions à l'ouverture et rien à la fermeture. Cependant, dans les premiers instants de l'expérience, le courant ascendant déterminait surtout des contractions dans la jambe saine *A*, au moment de la ferme-

ture du courant; mais ces contractions disparaissaient assez rapidement (1).

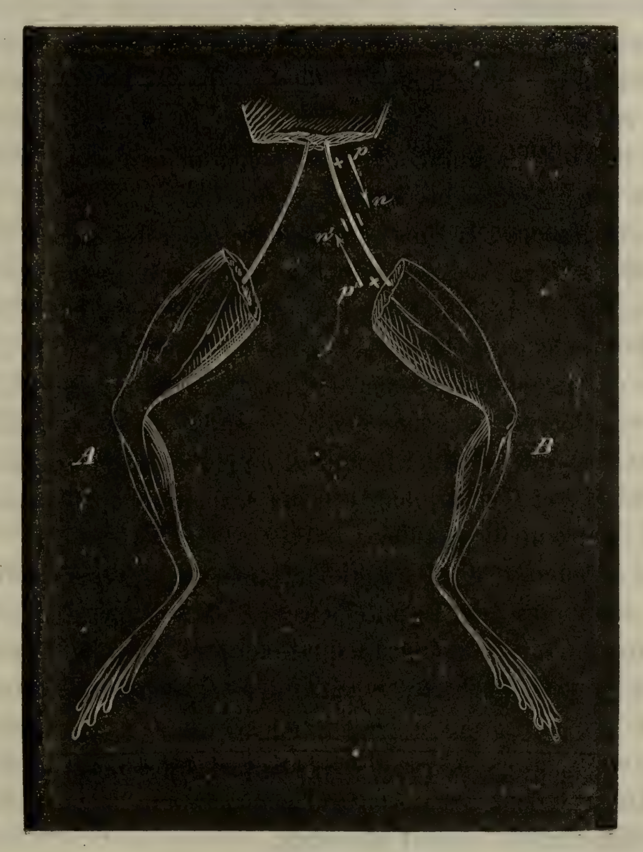


FIG. 1.

Nous en avons conclu que des contractions réflexes étaient déterminées par l'excitation électrique des nerfs sensitifs au moment de la fermeture du courant descendant, et au moment de l'ouverture du courant ascendant. Depuis, répétant ces mêmes expériences, nous avons découvert dans le mode opératoire une condition importante à signaler et qui nous avait induit en erreur. Nous avions pris toutes les précautions pour nous mettre à l'abri

(1) *Des actions réflexes déterminées par les courants électriques constants et continus*, par E. Onimus. (*Journ. de l'anat. et de la physiol*, juillet 1867.)

des courants dérivés ; nous avions essuyé le nerf, nous l'avions placé sur un morceau de verre parfaitement sec, nous avions complétement séparé l'un de l'autre les deux nerfs sciatiques, et par conséquent, nous nous croyions dans les meilleures conditions pour obtenir des contractions purement réflexes. Eh bien ! malgré toutes ces précautions, la plus grande partie des effets obtenus étaient dus à des courants dérivés, comme nous nous en sommes aperçus plus récemment. Les deux cuisses, au lieu d'être complétement séparées, comme elles sont représentées dans la figure ci-jointe, étaient restées réunies à leur partie supérieure par l'os du bassin. Cela suffisait pour que le courant pût circuler de la jambe électrisée à l'autre, et pour y déterminer des courants dérivés qui amenaient des contractions. En coupant en effet le bassin et en séparant complétement les deux jambes, comme cela se trouve représenté dans la figure, on n'obtient plus ces mêmes contractions, et il suffit, pour les voir réapparaître, de placer de l'une à l'autre un fil humide.

Nous aurons à revenir sur l'importance des courants dérivés ; mais nous voulons tout de suite constater dans ce paragraphe, que nous avons eu tort en annonçant que le courant descendant déterminait sur les nerfs purement sensitifs des contractions à la fermeture, et que le courant ascendant en déterminait à l'ouverture. C'est le contraire qui a lieu, et les seules contractions réflexes que nous obtenions dans ce cas, sont celles qui avaient lieu au moment de la fermeture du courant ascendant.

Sur des nerfs des sens, les courants électriques déterminent des effets différents selon la nature du nerf ; mais les effets produits durent souvent pendant tout le temps du passage de l'électricité.

Lorsqu'on applique du côté de la tête un courant continu de moyenne intensité, et chez les personnes nerveuses un courant même faible, on éprouve dans la bouche, pendant tout le temps que le courant circule, un goût métallique très-prononcé. La plupart des personnes comparent ce goût à celui du fer, et souvent le conservent plusieurs heures après l'électrisation. Il est difficile d'expliquer la production de ce goût spécial. Est-ce une influence particulière sur les nerfs du goût, ou se forme-t-il dans ce cas une

légère décomposition chimique du fer renfermé dans certains éléments de l'organisme?

Appliqué dans le voisinage du nerf acoustique, les courants voltaïques donnent lieu à des phénomènes de bourdonnements, surtout chez les personnes qui ont un peu de surdité ; ces bourdonnements durent également tout le temps que le courant passe.

Ces phénomènes sont importants, parce qu'ils prouvent que les courants continus agissent sur les nerfs sensitifs pendant toute la durée de leur passage, et non pas seulement au moment de leur fermeture et de leur ouverture.

Le nerf optique ne donne le phénomène des phosphènes qu'au moment de l'application et de la cessation du courant.

Les faits que nous avons rapportés au commencement de ce paragraphe, qui sont d'ailleurs confirmés par ceux que nous allons étudier dans les paragraphes suivants, nous permettent d'établir la loi suivante :

Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

§ 3. — **De l'influence des courants continus sur les nerfs mixtes.**

Dans un nerf mixte, nous devons retrouver les deux lois précédentes, car nous agissons ainsi à la fois sur les nerfs moteurs et sur les nerfs sensitifs; c'est ainsi qu'on obtient à la fois les contractions que nous venons de mentionner et des phénomènes de sensibilité, des signes de douleur et des contractions réflexes dans d'autres muscles. Les phénomènes de sensibilité ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

En préparant une grenouille à la manière de Galvani et en faisant plonger chacune des pattes dans un verre rempli d'eau ordinaire en rapport avec un des pôles de la pile, on peut très-bien étudier l'influence de la direction des courants sur les contractions musculaires. Dans cette expérience, en effet, l'une des pattes, celle qui plonge dans le verre où se trouve le pôle positif, est par

courue par un courant ascendant, l'autre, au contraire, par un courant descendant. Dans ce cas, comme l'ont vu depuis longtemps Aldini, Marianini, Ritter, etc., on obtient dans les premiers instants des contractions dans les deux jambes au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant. Les contractions de la fermeture sont toujours plus énergiques que celles qui ont lieu à l'ouverture.

Lorsque le courant est très-faible et surtout lorsque le nerf a perdu un peu de son excitabilité, on n'obtient plus que des contractions à la fermeture dans la jambe parcourue par le courant direct et à l'ouverture dans la jambe parcourue par le courant inverse.

Ces contractions sont bien dues à l'excitation des nerfs qui unissent les deux jambes; c'est-à-dire que le courant électrique agit sur la fonction nerveuse et que les nerfs ne servent pas simplement de conducteurs. En effet, lorsqu'on fait la même expérience avec une grenouille empoisonnée par le curare ou à laquelle on a écrasé les nerfs, on n'obtient plus ces alternatives, et à moins d'employer un courant plus fort et d'humecter les nerfs, on ne remarque aucune contraction musculaire. Cette expérience est en même temps une des plus concluantes pour montrer combien la substance nerveuse est un mauvais conducteur de l'électricité; car, dans ce cas, son excitabilité étant détruite, elle ne doit agir que comme corps conducteur; si l'on remplace le nerf par tout autre tissu ou par un fil de soie humide, on obtient des contractions musculaires bien plus énergiques.

En plaçant la grenouille, préparée à la manière de Galvani, à cheval sur deux verres où plongent les rhéophores d'une pile, outre les alternatives de contraction que nous venons de signaler, on observe un phénomène qui a une grande valeur. Voilà en quoi il consiste : En prolongeant l'action du courant, on voit bientôt disparaître toute contraction dans le membre parcouru par le courant direct, tandis que la contraction devient plus forte dans le membre parcouru par le courant inverse. La contraction qui, dans le commencement, se faisait à la fermeture dans le membre où circule le courant direct, ne se produit plus, même à la ferme-

ture, et pour le membre parcouru par le courant inverse, la contraction qui n'avait lieu qu'à l'ouverture du courant se produit maintenant, non-seulement à l'ouverture, mais encore à la fermeture. De plus, en agissant directement sur les nerfs avec un courant électrique ou un excitant mécanique ou chimique, on constate toujours que le nerf qui a été parcouru par le courant direct a perdu son excitabilité, tandis que l'excitabilité du nerf de la jambe opposée qui était sous l'influence d'un courant inverse a non-seulement été conservée, mais qu'elle a été notablement augmentée.

Donc, *l'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.*

Comme conséquence de cette loi, nous avons encore la proposition suivante, qui est confirmée d'ailleurs par l'expérience : *un nerf fatigué par le courant descendant regagne de l'excitabilité par le courant ascendant, et un nerf dont l'excitabilité a été augmentée par le courant ascendant perd son excitabilité par un courant descendant.* (Volta, Lehot, Marianini.)

Sur les grenouilles très-vivaces, qui ont été assujetties pendant un certain temps au passage du courant, il arrive souvent que la contraction éveillée dans le membre inverse à l'ouverture du circuit, n'est pas un phénomène instantané, mais un état tétanique qui dure plusieurs secondes (Ritter). Il suffit, dans ce cas, pour arrêter ces contractions tétaniques, de rétablir le courant primitif.

La cause de l'augmentation de l'excitabilité des nerfs, sous l'influence d'un courant ascendant, dépend à la fois du nerf et de la moelle.

Dans la grenouille préparée à la manière de Galvani, les nerfs des membres inférieurs restent reliés à la moelle et l'excitabilité des nerfs du côté du membre parcouru par le courant ascendant peut donc tenir à une influence du centre spinal. Cette influence est réelle, comme nous avons pu nous en assurer. En détruisant complétement la moelle au moyen d'un stylet et en faisant passer dans ces conditions un courant d'un membre à l'autre, on

observe encore une excitabilité plus grande dans le nerf parcouru par le courant inverse que dans celui parcouru par un courant direct, mais son excitabilité est bien moins augmentée que dans le cas où la moelle est intacte.

L'influence de la moelle agit donc pour augmenter l'excitabilité des nerfs périphériques parcourus par un courant inverse ; mais cette augmentation est également due à une action directe des courants électriques sur les nerfs.

Matteucci a fait l'expérience suivante : Sur une grenouille qui présente manifestement un état tétanique dans le membre inverse à l'ouverture du circuit, après avoir laissé le circuit fermé pendant quelque temps, il coupe le nerf ou près de la moelle épinière, ou, au contraire, au point où il entre dans les muscles de la cuisse. Dans le premier cas, l'interruption du circuit ainsi produite éveille comme d'ordinaire la contraction tétanique, tandis qu'il n'arrive rien quand le nerf a été enlevé tout entier. Cette expérience prouve que la présence du nerf est nécessaire pour produire ce phénomène, et de plus, que la modification directe éprouvée par le nerf est la cause de cet état tétanique.

Ajoutons ce fait que nous avons constaté et qui est important dans l'explication du phénomène, comme nous le verrons plus loin, que lorsqu'on coupe le nerf entre les deux pôles, il ne survient pas de contraction, ou tout au moins jamais de contraction tétanique.

§ 4. — **De l'influence des courants continus agissant à la fois sur les nerfs et sur les muscles.**

Jusqu'à présent nous avons étudié l'influence des courants électriques dans les cas où l'on met directement en contact les rhéophores avec les nerfs dénudés. Ce sont là des conditions très-simples d'expérimentation, mais qui n'ont jamais lieu dans les applications médicales, car on n'applique jamais les courants électriques directement sur les nerfs, ceux-ci étant toujours recouverts d'une couche plus ou moins épaisse de différents tissus.

On peut, dans l'électrisation de l'homme, distinguer deux cas, celui où l'on place les rhéophores suivant le trajet d'un nerf et

dans des régions où il est très-superficiel, et celui où l'on place l'un des rhéophores sur le trajet du nerf et l'autre sur les muscles auxquels se distribue ce nerf. Dans le cas où l'on place les rhéophores sur le trajet du nerf, on rentre dans les conditions d'une action directe sur les nerfs périphériques ; seulement comme le nerf n'est pas en contact immédiat avec les électrodes, les produits de l'électrolyse ne s'y accumulent pas, et l'on est ainsi en grande partie à l'abri des actions chimiques que les courants électriques peuvent déterminer sur les filets nerveux.

Il nous reste à étudier l'influence de l'électricité dans le cas où l'on agit à la fois sur le nerf et sur le muscle.

Si l'on fait passer un courant électrique d'une jambe à l'autre d'une grenouille non dépouillée, mais dont on a séparé la tête du tronc pour empêcher toute action volontaire, on remarque que l'on n'obtient plus que très-difficilement les alternatives de contractions que nous avons signalées plus haut. C'est toujours, quelle que soit la direction du courant, au moment de la fermeture que l'on obtient les contractions les plus énergiques.

Les contractions les plus fortes et les plus complètes, n'ont plus lieu, dans ce cas, dans le membre parcouru par le courant direct, mais, au contraire, dans le membre parcouru par le courant ascendant. C'est à la fermeture et non à l'ouverture que ces contractions ont lieu, et elles durent encore sous la forme de contractions partielles ou fibrillaires pendant quelque temps après la fermeture du courant. Lorsque l'animal commence à être fatigué, les contractions apparaissent de nouveau à l'ouverture du courant.

Si l'on diminue ou si l'on détruit la moelle, si l'on empoisonne l'animal par des narcotiques, les contractions, qui primitivement étaient très-fortes dans le membre parcouru par le courant ascendant, diminuent très-notablement en énergie et en étendue ; c'est dans le membre opposé que les contractions sont alors plus marquées.

Chez des animaux robustes, en électrisant à travers l'épiderme, on n'obtient, en général, des contractions énergiques qu'au moment de la fermeture. Il en est de même chez l'homme.

Chez l'homme, dans les cas pathologiques, où la sensibilité se trouve diminuée, on détermine également les contractions les plus énergiques en emloyant un courant descendant, tandis qu'à l'état normal, et surtout chez les personnes très-excitables, c'est avec un courant ascendant que l'on obtient les plus fortes contractions. Dans les cas d'anesthésie, le courant ascendant donne lieu à des contractions très-faibles.

Ces faits, que nous avons vérifiés plusieurs fois, et qui seront encore confirmés par ceux que nous étudierons, lorsque nous examinerons l'influence des courants électriques, appliqués directement sur la moelle, prouvent d'une manière très-nette que le courant ascendant détermine des *contractions réflexes* dans les muscles du membre qu'il parcourt.

Comme nous l'avons dit, le courant ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs, et l'on sait, d'un autre côté, que l'excitation des fibres sensitives détermine des contractions réflexes.

Toute action réflexe se fait par l'intermédiaire de la moelle, mais il est une autre circonstance que l'on oublie dans les faits que nous venons de rapporter, et qui permettent de considérer au moins une partie de ces contractions comme étant non *réflexes* mais *induites*. On sait, en effet, que l'excitation électrique d'un nerf détermine, dans un autre nerf en contact avec lui, un changement d'état qui se manifeste par la contraction du muscle auquel le nerf est resté attaché. Ce fait, découvert par M. du Bois-Reymond, a reçu le nom de contraction induite ; il peut également s'énoncer ainsi : *l'état d'activité d'un nerf peut mettre un nerf voisin dans ce même état, sans que ces nerfs soient reliés à un centre nerveux.* Cette proposition ainsi énoncée paraît bien hardie, et cependant elle est l'expression réelle du phénomène découvert par l'expérience. En effet, en mettant sur le nerf du muscle M un courant $p\ n$, dont les points de contact sont en a et b, c'est dans cette seule partie du nerf que le courant électrique circule, et la contraction du muscle a lieu non parce que le courant électrique arrive jusqu'au muscle, mais parce que le nerf se trouve excité en un de ses points. Toute la

partie *b*, *c*, n'est donc point traversée par le courant ; c'est sur cette portion que repose le nerf du muscle *M'*, et c'est le changement d'état qu'éprouve cette portion qui détermine l'excitation du nerf moteur du muscle *M'*. Certes, comme nous le verrons plus loin, on peut invoquer dans ce cas l'état électrotonique de la par-

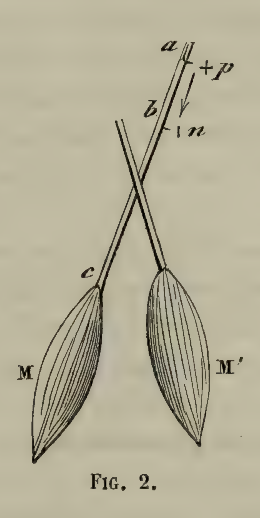


Fig. 2.

tie *b c*, du nerf électrisé, mais cela ne contredit en rien ce que nous avançons, c'est-à-dire la contraction induite des muscles par la seule excitation des nerfs sensitifs, sans que l'impression traverse le centre spinal. Nous ne pouvons examiner ici les différents cas physiologiques ou pathologiques dans lesquels on pourrait tenir compte de cette proposition, mais en restant dans le sujet qui nous occupe, nous croyons que ce fait expérimental doit être pris en considération dans les conditions d'électrisation des nerfs mixtes. D'ailleurs, lorsqu'on détruit la moelle, ce n'est pas toujours immédiatement que les contractions deviennent plus faibles dans le membre parcouru par le courant ascendant, ce n'est qu'au bout d'un temps très-court, il est vrai, que ce phénomène se produit, et il est permis d'admettre que dans les premiers instants où les contractions se maintiennent encore énergiques, cela est dû à l'influence directe des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs.

Nous pouvons résumer ce paragraphe par les conclusions suivantes :

Lorsqu'on agit à la fois sur les nerfs et sur les muscles, les contractions les plus fortes ont toujours lieu au moment de la fermeture, quelle que soit la direction des courants.

C'est dans le membre parcouru par un courant ascendant que les contractions ont le plus d'énergie lorsque la sensibilité est conservée. Lorsque celle-ci est abolie ou diminuée, les contractions, sous l'influence d'un courant ascendant, sont très-faibles. Elles sont alors bien plus fortes, lorsqu'on emploie un courant descendant.

Les contractions, sous l'influence du courant ascendant, sont dues à des actions réflexes, et probablement aussi au phénomène observé expérimentalement par M. du Bois-Reymond, et qui a été appelé contraction induite.

§ 5. — De l'état électrotonique ou électrotone.

Il nous reste à étudier l'effet que détermine dans le nerf le passage d'un courant continu. Si l'on fait passer un courant galvanique constant par une fraction quelconque d'un nerf, celui-ci éprouve sur toute sa longueur un changement d'état, qui se manifeste par une augmentation ou une diminution de son courant électrique propre. Si le courant de la pile a une direction semblable à celle du courant nerveux, celui-ci est augmenté d'intensité ; il est au contraire diminué si la direction des deux courants est inverse. C'est à ce phénomène, que M. du Bois-Reymond a donné le nom d'*état électrotonique* du nerf. Il distingue deux phases différentes dans cet état, celle pendant laquelle le courant nerveux éprouve une augmentation d'intensité, qu'il appelle *positive*, et celle pendant laquelle il éprouve une diminution et qu'il nomme *négative*.

Donc, au moment où l'on fait passer un courant voltaïque dans une portion d'un nerf, un courant de même sens se produit dans toute la longueur du nerf, et cela au-dessus et au-dessous

du point électrisé. Ce courant est rendu sensible par un galvanomètre *G* placé sur un point quelconque du nerf.

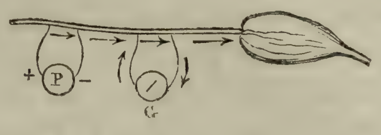


Fig. 3.

Ce courant électrique, qui se forme ainsi en dehors des points directement électrisés, n'avait été obtenu jusqu'à ces derniers temps que sur la fibre nerveuse. On pouvait donc logiquement en conclure que ce phénomène était spécial pour les nerfs, et qu'il était en rapport intime avec le fonctionnement de ces derniers. M. du Bois-Reymond admet que l'état électrotonique est dû à une polarisation moléculaire du nerf analogue à celle qui est déterminée dans tous les corps conducteurs par l'effet du passage d'un courant électrique. Cette polarisation consiste en ce que les molécules nerveuses, douées de deux pôles électriques, tournent toutes leurs pôles positifs du côté vers lequel se dirige le courant et leurs négatifs du côté d'où il entre. Sous l'influence d'un courant extérieur, les molécules nerveuses se disposent les unes à la suite des autres, suivant le mode désigné sous le nom de polarisation, et prennent cette disposition, même dans les portions du nerf non traversées directement par le courant. Il en résulte la circulation dans le nerf d'un courant nouveau qui doit augmenter ou diminuer, suivant sa direction, le courant nerveux lui-même.

Avant de mentionner les expériences de Matteucci, qui semblent réduire ces différents états à de simples actions chimiques, nous devons encore rapporter les faits découverts par M. Pflüger.

Selon ce physiologiste, un courant voltaïque, passant dans une longueur déterminée d'un nerf, décompose le nerf en deux parties différentes au point de vue physiologique. La portion du nerf, qui se trouve en contact avec le pôle positif (anode), perd son excitabilité, et cet état a reçu le nom d'*anélectrotonique;* près du pôle négatif (cathode), l'excitabilité est au contraire augmentée et cet

état est désigné par le mot d'état *catélectrotonique*. Ces changements d'état, non-seulement se trouvent aux points de contact des pôles, mais encore dans le voisinage de ceux-ci ; de plus on les observe surtout avec des courants modérés. Ils augmentent avec l'intensité du courant jusqu'à un certain maximum, diminuent ensuite, disparaissent et passent aux effets opposés.

Voilà l'expérience fondamentale de M. Pflüger. Pendant qu'un courant traverse une portion du nerf, il humecte le nerf avec de l'eau salée qui, à l'état normal, provoque constamment des contractions musculaires ; du côté du pôle positif, l'eau salée ne détermine aucune contraction, tandis qu'elle en détermine lorsqu'elle est mise en contact avec les parties du nerf qui avoisinent le pôle négatif. Avec un courant ascendant, c'est-à-dire lorsque le pôle négatif est placé plus loin des muscles que le pôle positif, on obtient le même effet, ce qui démontre que l'excitabilité déterminée au pôle négatif est assez forte pour arriver aux muscles en traversant une portion de nerf parcourue par un courant et rendue inexcitable en un point.

M. Bezold a repris ces expériences et il a résumé les résultats qu'il a obtenus dans les propositions suivantes :

Pour les nerfs comme pour les muscles, le courant passant dans ces organes d'une manière constante produit, pendant tout le temps de son passage, une polarisation moléculaire.

Cet état moléculaire ne détermine d'excitation directe que près du pôle négatif, et le nerf, comme le muscle tout entier, ne sont excités qu'indirectement par l'irritation produite au pôle négatif.

Au moment de l'ouverture du courant, l'excitation n'a lieu directement que près du pôle positif, et les parties qui avoisinent le pôle négatif sont mises dans un état d'irritation par l'influence des excitations nées au pôle positif.

En d'autres termes, à la fermeture du courant, l'excitation est due à la sortie constante du courant, et à l'ouverture ce sont les troubles d'équilibre moléculaire qui amènent pendant quelque temps un état d'irritation.

M. Bezold ajoute, et nous insistons sur ce fait, que l'effet excitant du courant constant est dû probablement à des actions chi-

miques produites par le passage du courant et que l'excitation électrique n'est qu'une forme déterminée de l'irritation chimique.

La question de polarisation moléculaire étant hypothétique, nous ne voulons pas nous laisser entraîner dans des discussions de ce genre, mais des conclusions de Bezold il résulte que, pendant le passage du courant, le centre d'irritation a lieu près du pôle négatif, tandis qu'à l'ouverture, les régions en contact avec le pôle positif deviennent la cause des excitations, et enfin que ces phénomènes sont probablement dus à des actions chimiques. Ces conclusions se rapprochent beaucoup de celles de Matteucci, qui a fait dans les dernières années de sa vie des recherches très-importantes au point de vue de l'état électro-tonique.

Pour expliquer la théorie de Matteucci, nous sommes obligés de reprendre la question dès son origine, et d'ailleurs cette discussion est trop importante pour que nous puissions la résumer en quelques lignes.

On sait que lorsqu'on électrise certains corps inorganiques, tels que le platine, il se forme en même temps des *courants secondaires* dirigés en sens inverse du courant principal. Ces courants sont dus aux actions chimiques qui ont lieu d'un côté entre les produits de la décomposition électrolytique recueillis sur les électrodes métalliques et d'un autre côté avec le liquide qui est en contact avec les électrodes. Les produits de la décomposition électrolytique sont, comme on peut s'en assurer à l'aide du papier de tournesol, des alcalis au pôle négatif et des acides au pôle positif. Quand le liquide qui baigne les électrodes est de l'eau pure, les produits de décomposition sont de l'oxygène au pôle positif et de l'hydrogène au pôle négatif. Or, dans ce cas, les courants secondaires peuvent encore se former, comme le prouve l'expérience suivante due à Matteucci. Un fil de platine bien dépolarisé est introduit par une de ses extrémités dans une éprouvette pleine de gaz hydrogène, et par l'autre dans une éprouvette pleine d'oxygène; après avoir laissé ce fil en contact pendant quelque temps avec les gaz, si on le porte ensuite sur le galvanomètre, on obtient une déviation de l'aiguille.

Si au lieu d'un fil de platine on emploie un cordon trempé dans

l'eau salée, un cylindre d'argile imbibé d'eau salée, un morceau d'une substance végétale ou animale, comme des tranches de pommes de terre, des tiges de salade, des muscles, des nerfs, on obtiendra également des phénomènes électriques de même nature. De tous ces corps, ce sont les nerfs qui possèdent cette propriété à un degré bien supérieur.

« Je prends, dit Matteucci (1), sur un poulet ou sur un lapin qui vient d'être tué, le nerf sciatique, long au moins de 60 à 80 millimètres. Je suppose déjà faite l'expérience par laquelle je puis m'assurer que ce nerf, porté sur les coussins du galvanomètre sans les toucher par les sections internes et étant à égale distance des deux extrémités, ne donne aucun signe de courant électrique. Je prends donc ce nerf et je le pose sur les électrodes de platine, de manière que la longueur parcourue par le courant entre les électrodes soit de 25 ou 30 millimètres, et que deux bouts du nerf, longs l'un et l'autre de 15 ou 20 millimètres, restent pendants en dehors des électrodes. Alors je fais passer le courant d'une petite pile de huit ou dix éléments pendant un temps qui peut ne pas dépasser une fraction de seconde, et que d'ordinaire je fais durer de trente à soixante secondes. Après ce passage, je porte le nerf rapidement sur les coussins du galvanomètre, aussitôt j'ai une forte déviation qui dépend de la durée du passage du courant et de la force de la pile et qui, pour toute la partie du nerf située entre les pôles, indique *un courant contraire au courant de la pile*. Je trouve aussi des indices d'un courant en touchant hors des pôles, c'est-à-dire entre les points du nerf qui étaient au contact du pôle négatif et du pôle positif, ou qui en étaient voisins, sur les points plus éloignés ou neutres qui n'avaient pas été sur le chemin du courant de la pile. Dans ces parties placées en dehors des électrodes, les courants secondaires ont la même direction que le courant de la pile, et l'expérience a prouvé que le courant secondaire le plus fort est toujours celui du bout du nerf qui est au delà du pôle négatif. On a aussi reconnu qu'en prolongeant longtemps le passage du courant ou en employant un courant

(1) *L'électro-physiologie*. (*Revue des cours scientifiques*, 8 août 1868.)

moins fort, les courants secondaires obtenus dans les parties extérieures finissaient tous par avoir la même direction que le courant intermédiaire, c'est-à-dire par être sur tous les points et entre les électrodes et au dehors, contraires au courant de la pile. Si nous nous rappelons ici les principes connus de l'électro-chimie, c'est-à-dire qu'il y a toujours un courant électrique produit au point de contact entre une base et un acide, entre l'eau et l'acide, entre la base et l'eau, courant qui va directement de la base à l'acide, de l'eau à l'acide, de la base à l'eau, nous comprendrons sans peine comment ces effets secondaires se développent dans les nerfs après qu'ils ont été traversés par l'électricité, du moment que nous savons qu'au contact des électrodes les nerfs recueillent les produits de l'électrolysation. »

Pour qu'on obtienne ces courants secondaires, il n'est point nécessaire que le nerf soit frais, il suffit qu'il soit humide et que sa structure ne soit point altérée; ces phénomènes existent encore sur les nerfs d'animaux morts depuis plusieurs heures et sur des nerfs plongés pendant plusieurs heures dans de l'eau à + 40 degrés. Ils disparaissent dès qu'on comprime le nerf en un point de manière à détruire l'homogénéité du cylindre-axe. Matteucci suppose, d'après des expériences faites sur des corps tels que de la craie humide, des morceaux de pomme de terre, qui donnent des courants secondaires bien plus énergiques lorsqu'ils sont parcourus dans le sens de leur axe par un fil métallique, que le cylindre-axe joue dans le nerf le rôle de corps meilleur conducteur, et que c'est sur lui que se déposent les produits de l'électrolysation.

Enfin, l'expérience principale de Matteucci consiste à recouvrir de deux couches de fils de chanvre ou de coton un fil de platine long d'un mètre et dont le diamètre est d'un millimètre; ces fils sont trempés dans l'eau salée et disposés ensuite comme dans l'expérience pour l'électrotone, c'est-à-dire qu'une de leurs extrémités porte sur les coussins du galvanomètre, séparés l'un de l'autre par une distance de 20 à 25 millimètres, tandis que l'autre porte sur les électrodes de la pile ou sur des coussins communiquant avec ces électrodes. Le courant est à peine formé qu'on

obtient un fort courant d'électrotone, même à la distance de 30, 40, 60 centimètres et plus des électrodes de la pile.

En appliquant sur le fil de platine, ainsi recouvert, des papiers de tournesol, on voit le papier rougir aux points de contact de l'électrode positif, en dehors au contraire et même à une grande distance de ces points, le papier bleuit et indique par conséquent une réaction alcaline ; les effets complétement opposés ont lieu prés du pôle négatif.

Quant aux phénomènes observés par Pflüger, et qui consistent dans une perte de l'excitabilité près du pôle positif et à une augmentation d'excitabilité près du pôle négatif, Matteucci les explique par ce fait qu'au contact du pôle négatif le nerf se charge d'hydrogène et d'alcali et qu'il se charge au contact du pôle positif d'oxygène et d'acide. Or, comme Humboldt l'a découvert le premier, l'excitabilité du nerf augmente quand on le tient au contact d'une solution alcaline étendue, tandis qu'elle s'affaiblit au contact d'une solution acide très-étendue.

Pour Matteucci, le phénomène de l'électrotone et ceux de l'état catélectrotonique et anélectrotonique sont donc produits uniquement par les actions chimiques qui sont développées par le passage du courant. Il est important de rapprocher cette opinion de Matteucci, des conclusions de Bezold qui, tout en étant moins nettes et moins claires, semblent donner les mêmes résultats.

Nous acceptons très-volontiers la plus grande partie des théories de Matteucci ; cependant, tout en reconnaissant qu'elles sont certainement vraies, nous croyons qu'elles ne sont vraies qu'en partie et qu'elles sont insuffisantes pour expliquer tous les phénomènes.

L'objection la plus sérieuse dans cette identité entre l'état électro-tonique et les courants secondaires, est la vitesse de transmission de l'électrotone; car cette transmission est égale, non à celle de l'électricité, mais bien à celle de l'influx nerveux; et de même que cette condition est un des meilleurs arguments pour démontrer que l'influx nerveux ne peut être identifié avec des phénomènes électriques, nous devons, dans ce cas, admettre également que l'on ne peut identifier ces phénomènes et l'état électro-tonique.

D'ailleurs, si l'électrotone était un phénomène purement physique, la force du courant ne devrait pas agir différemment selon son intensité, et nous avons vu que loin d'augmenter avec un courant fort, l'état électro-tonique diminue et disparaît complétement.

Enfin l'état anélectrotonique, c'est-à-dire la perte de l'excitabilité près du pôle positif se produit sans que les électrodes soient appliqués directement sur les nerfs; on observe, en effet, dans plusieurs cas, une diminution de l'excitabilité dans le voisinage du pôle positif lorsque celui-ci est séparé des nerfs par une couche épaisse d'épiderme et de tissu adipeux.

Les expériences de Matteucci n'en restent pas moins entières et ont une grande importance, seulement nous croyons, d'aprés nos propres expériences, devoir distinguer deux cas, celui où le nerf jouit de toute son excitabilité et celui où le nerf ne possède plus son excitabilité et agit comme corps conducteur susceptible d'éprouver des phénomènes d'électrolysation.

Dans le premier cas, tout courant, quelles que soient son origine, ses propriétés et sa direction, détermine une excitation du nerf sur lequel il est appliqué. Le nerf frais et vivant entre en activité au moindre ébranlement, à la plus légère irritation, que cette irritation soit mécanique, chimique ou électrique; il est donc évident que le courant électrique qui modifie profondément l'état moléculaire des corps qu'il traverse, déterminera l'activité des nerfs et cela que le courant soit ascendant ou descendant et au moment de la fermeture comme au moment de l'ouverture, car dans chacun de ces moments l'état moléculaire est modifié.

Mais au bout de quelque temps, lorsque le nerf est exposé à l'air ou qu'il a été fatigué par le courant, son excitabilité disparaît, et ici interviennent alors des conditions différentes et des phénomènes dus, non à l'action directe du courant sur la portion du nerf électrisé, mais à l'influence des courants dérivés et des courants de polarisation.

§ 6. — **Courants dérivés.**

Nous avons dit comment se formaient les courants dérivés et

combien ils étaient manifestes dans l'organisme. Cependant, relativement au courant direct, leur action est très-faible et l'on peut dire, en général, que leur influence chez l'homme ne fait jamais disparaître celle du courant direct. Il n'en est pas de même dans les expériences faites sur les animaux.

Supposons un nerf sciatique parcouru pendant longtemps par un courant direct, et qu'à chaque fermeture du courant nous ayons obtenu une contraction et rien à l'ouverture, nous verrons, à mesure que le nerf perdra de son excitabilité, le phénomène devenir inverse, c'est-à-dire que la contraction aura lieu à l'ouverture et non à la fermeture. Voilà les raisons de ce phénomène : La portion AB du nerf électrisé étant épuisée, le courant direct D

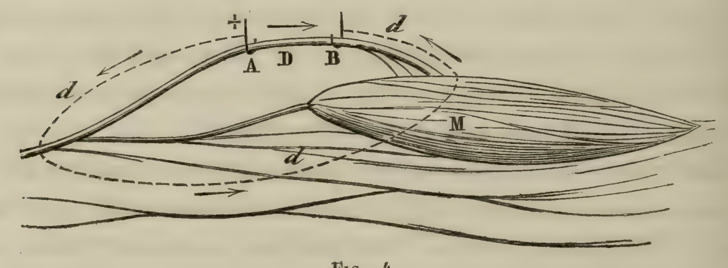


Fig. 4.

n'excite plus cette partie et par conséquent ne détermine plus de contractions au moment de sa fermeture. Mais en même temps que le courant direct D s'établit entre les points A et B du nerf, il se forme un courant dérivé AB qui se dirige des muscles de la cuisse au nerf. Ce courant agissant sur les terminaisons nerveuses et par conséquent sur des nerfs non épuisés, déterminera une excitation de ces filets nerveux, et comme il est ascendant, les contractions auront lieu à l'ouverture et non à la fermeture.

On peut s'étonner de l'action considérable des courants dérivés dans l'organisme, et nous avons dit l'erreur que nous avions commise en considérant comme des contractions réflexes des contractions provoquées par des courants dérivés. Il est important de se rappeler ici combien le nerf, en tant que corps conducteur de l'électricité, est mauvais conducteur, et cela nous explique pourquoi, lorsque la résistance pour le courant direct est très-

forte, les courants dérivés prennent une influence si considérable.

Pour que les courants dérivés changent ainsi l'ordre des contractions, il faut, comme nous l'avons dit, que la portion du nerf parcouru par le courant direct ne soit plus excitable. En effet, en irritant cette portion du nerf avec des excitations mécaniques ou chimiques, on n'obtient plus de contractions dès que l'influence des courants dérivés apparaît.

MM. Longet et Matteucci ont constaté qu'en électrisant les nerfs mixtes, on obtenait avec un courant direct des contractions à la fermeture et avec un courant inverse des contractions à l'ouverture; tandis qu'en électrisant les racines antérieures, c'est-à-dire des nerfs purement moteurs, les contractions avaient lieu au commencement du courant inverse et à l'interruption du courant direct.

MM. Martin-Magron et Rousseau, tout en constatant ce fait, croient pouvoir l'expliquer par les courants dérivés. Cette objection est très-sérieuse, mais nous devons ajouter que dans les expériences de M. Longet et Matteucci, il faut encore tenir compte d'autres conditions. C'est ainsi que M. Claude Bernard a observé que la loi des contractions n'est pas la même lorsqu'on agit sur des nerfs mixtes séparés du centre nerveux ou sur ces mêmes nerfs intacts et communiquant avec lui. Dans ce cas, comme dans les expériences de M. Longet et Matteucci, les contractions avec un courant inverse ont lieu à la fermeture et non à l'ouverture.

Si les faits observés par M. Longet et Matteucci ne sont point rigoureusement exacts pour distinguer les nerfs mixtes des nerfs purement moteurs, il est donc également difficile de les expliquer par la seule influence des courants dérivés.

Il nous reste à parler des courants de polarisation; ceux-ci ont la même cause que les courants secondaires, seulement nous les distinguons en ce qu'ils n'ont lieu qu'au moment de la cessation du courant, tandis que les courants secondaires existent pendant tout le temps que le courant traverse les tissus.

§ 7. — Courants de polarisation.

Nous avons, dans la partie physique, indiqué la nature des

courants de polarisation. Nous avons mentionné des expériences faites sur des animaux à sang chaud et à sang froid, et nous sommes arrivés à cette conclusion que dans un tissu organique traversé par un courant, il se formait, au moment de la cessation de l'électrisation, un courant dirigé en sens inverse. Les expériences de Matteucci, que nous avons rapportées tout au long, confirment cette proposition et donnent l'explication de ces faits. Enfin, nous avons également institué l'expérience suivante qui est une nouvelle preuve de ce phénomène : Nous immergeons dans deux vases remplis d'eau distillée les extrémités d'un galvanomètre très-sensible. En plongeant alors les deux mains dans ces vases, on remarque quelquefois que l'aiguille reste à zéro, d'autres fois qu'elle dévie un peu, tantôt à droite, tantôt à gauche. Cette déviation est toujours faible, mais, malgré cela, il faut en tenir compte.

Retirant alors les mains de ces deux vases, nous les plongeons dans deux autres qui renferment les pôles d'un appareil à courant continu. Après avoir fait passer le courant seulement pendant quelques secondes, nous replongeons les mains dans les vases en contact avec le galvanomètre; aussitôt l'aiguille est déviée de 30, 40 degrés et même plus, et toujours en sens inverse de la déviation qu'elle éprouverait si elle était influencée par le courant employé. On peut, en mettant toujours les mêmes mains dans les mêmes vases en communication avec le galvanomètre, obtenir une déviation en sens opposé, si une première fois on s'est électrisé avec un courant allant de droite à gauche et la seconde fois avec un courant allant de gauche à droite. La déviation du galvanomètre est donc bien le résultat de courants électriques qui persistent après l'électrisation et qui ont lieu en sens inverse du courant employé. La déviation de l'aiguille est d'autant plus forte, que le courant a été plus intense ou appliqué plus longtemps. — Elle a lieu rapidement et n'est point de longue durée. On l'obtient également si l'on a soin de s'essuyer promptement les mains avant de les mettre en contact avec les fils conducteurs du galvanomètre.

Il se forme donc, au moment de l'ouverture d'un courant, un courant en sens opposé du courant primitif.

Cette proposition peut rendre compte de plusieurs phénomènes que nous avons indiqués dans ce chapitre. Nous savons, en effet, que lorsqu'on fait passer un courant à travers une grenouille galvanoscopique, on obtient à l'ouverture du circuit une contraction seulement dans le membre qui a été parcouru par le courant inverse. Cette contraction est d'autant plus forte que le passage du courant a duré plus longtemps et que son intensité a été plus grande. Souvent cette contraction devient un véritable état tétanique.

Rappelons qu'avec les courants les plus faibles c'est le courant direct qui détermine le premier une contraction, ce qui démontre que c'est lui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs. Or lorsqu'un nerf ne produit plus de contraction au moment de la fermeture d'un courant inverse et en produit au contraire à l'ouverture, on peut admettre que la contraction est due, non à la rupture du courant inverse, mais à l'action du courant direct de polarisation, qui se forme au moment de l'ouverture du courant inverse. Cette explication, qui a été donnée pour la première fois par Matteucci, nous paraît très-exacte et nous croyons pouvoir l'appliquer à la plupart des cas.

D'un autre côté, tandis que le nerf moteur est influencé le plus énergiquement possible par le courant descendant, le nerf sensitif est excité surtout par le courant ascendant. Si donc on applique sur un nerf moteur un courant descendant, c'est au moment du passage du courant que le nerf mis en activité provoquera des contractions musculaires. Avec un courant ascendant, comme nous venons de le dire, il se forme à l'ouverture un courant descendant, et c'est en effet à ce moment qu'ont lieu les contractions. Pour le nerf sensitif, le courant ascendant agira au moment de son application, c'est aussi à la fermeture qu'on obtient des actions réflexes et des signes de douleur; quant au courant descendant, il ne devra agir qu'au moment de son ouverture, car à cet instant il se produit un courant ascendant; c'est d'ailleurs ce qui arrive, car nous avons dit précédemment que les phénomènes de douleur ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

L'état tétanique obtenu quelquefois dans la patte qui a été parcourue pendant quelques minutes par un courant inverse, est également dû à des courants partiels qui se produisent après l'électrisation. Ce qui le prouve, c'est qu'en coupant le nerf entre les deux pôles, c'est-à-dire en empêchant les courants secondaires de se produire, on n'obtient jamais cet état tétanique.

L'existence de ces courants de polarisation peut également être constatée chez l'homme. Nous avons vu, en effet, qu'en appliquant à la partie supérieure de la moelle un courant ascendant assez énergique, on obtenait des phosphènes surtout à la fermeture du courant, tandis qu'en employant un courant descendant, c'est surtout au moment de l'ouverture que les phosphènes les plus intenses se produisent. Ce fait ne nous paraît explicable qu'en admettant qu'au moment de la rupture du courant descendant il se forme un courant ascendant de polarisation, et comme le courant ascendant est celui qui influe le plus sur les phénomènes réflexes, c'est lui probablement qui se produisait au moment de l'ouverture du courant descendant, agit jusque dans le cerveau et excite ainsi le nerf optique.

§ 8.— Des différences d'excitabilité produites par les changements d'intensité et de rapidité du courant.

Tout changement dans l'intensité d'un courant produit dans la contraction d'un muscle est d'autant plus forte que l'intensité du courant est plus grande. Cette proposition n'est vraie que jusqu'à un certain maximum, au delà duquel les variations d'intensité ne produisent plus aucune excitation. Nous avons fait à ce sujet l'expérience suivante : On fait passer à travers une grenouille, préparée à la manière de Galvani, le courant affaibli d'une pile de Daniel, et tandis que ce courant est maintenu, si on l'ajoute l'influence d'une seconde pile, on obtient encore des contractions à la fermeture. Mais si l'on fait passer d'une manière continue le courant de deux piles, on a beau ajouter l'action de deux, quatre, etc. autres piles, on n'obtient plus aucune contraction; les membres de la grenouille restent immobiles. Cela

se conçoit aisément, car l'excitation du nerf a atteint son maximum par l'influence des deux premières piles, et elle ne peut plus être augmentée par des courants plus forts. Ce fait démontre que dans la pratique, lorsqu'on obtient l'excitation d'un nerf périphérique par un courant d'une certaine intensité, il est inutile d'augmenter l'énergie du courant, car l'effet n'en sera pas plus considérable, et l'on n'aura que l'inconvénient de déterminer de plus grandes douleurs.

Dans cette même expérience, si, au lieu de faire passer le courant dans le même sens, on emploie d'abord un courant de deux piles que l'on fait passer d'une manière continue, de gauche à droite, par exemple, et qu'on agisse alors de droite à gauche avec un courant d'égale force ou même deux, trois fois plus faible, on obtient aussitôt une série de contractions, surtout dans le membre traversé par le courant ascendant. Ce fait démontre qu'un courant, même beaucoup plus faible qu'un autre qui influe déjà sur les nerfs, détermine encore des contractions lorsqu'il est dirigé en sens inverse, probablement parce qu'il agit sur des nerfs différents. Le courant primitif, étant descendant par exemple, agira sur les nerfs moteurs, et un courant ascendant étant appliqué pendant le passage du premier sur ce même membre, produira l'excitation des nerfs sensitifs et pourra donner lieu à des actions réflexes ; l'action des courants sur les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs est donc en grande partie indépendante l'une de l'autre.

Tout changement dans l'intensité d'un courant, produit dans le nerf une excitation d'autant plus forte que le changement est plus rapide (Dubois-Raymond). On peut donc, en n'augmentant le courant qu'avec une extrême lenteur, faire agir sur les nerfs un courant assez intense sans qu'il y ait de contraction. Pour cela, il faut, sans déterminer la moindre interruption, ajouter peu à peu l'action d'un nouvel élément. On évite ainsi la secousse initiale qui est toujours désagréable et qui effraye quelquefois les malades. Ce procédé est surtout utile lorsqu'on électrise la tête ou les régions cervicales, car on ne détermine ainsi ni phosphène, ni ébranlement. Comme à l'ouverture du courant, il se forme un courant en sens inverse et d'autant plus fort, que le courant

employé a eu plus d'intensité; il est également nécessaire de diminuer le courant peu à peu; on évite ainsi la secousse de rupture du courant et le courant de polarisation. On peut, dans ce cas, ou faire glisser lentement le rhéophore sur des parties avoisinantes où l'épiderme n'est pas humecté, ce qui affaiblit la force du courant, ou diminuer le nombre d'éléments sans produire d'interruptions au moment où l'on élimine un élément; on obtient ce résultat au moyen d'un artifice de construction que nous avons signalé dans les appareils à courant continu.

Pour la tête, il est important de ne jamais cesser brusquement l'électrisation, car le malade éprouve, lorsqu'on ne tient nul compte de cette précaution, une secousse et un vertige assez forts. C'est surtout le vertige qu'il faut éviter, car on ne peut se guider sur ce qui se passe pendant le moment de l'électrisation, le vertige n'apparaissant la plupart du temps qu'au moment de la rupture du courant.

§ 9. — Des différentes opinions émises sur l'influence de la direction des courants.

Nous ne pouvons mentionner et discuter dans ce chapitre toutes les opinions qui ont été émises sur l'influence des courants électriques lorsqu'ils agissent directement sur les nerfs; nous n'étudierons que les plus récentes et celles qui ont été soutenues par des savants dont l'autorité est justement considérable. M. Claude Bernard, dans ses *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, donne les conclusions suivantes (1) :

« *a*. Un nerf placé dans les conditions organiques normales, apte à transmettre les excitations volontaires, ne donne jamais, lorsqu'on l'excite par le galvanisme, qu'une seule contraction, contraction qui a lieu au moment où l'on ferme le courant, quelle que soit sa direction.

b. Le nerf, dans ces conditions, ressemble au muscle qui ne se contracte jamais qu'à l'entrée du courant, quel que soit le sens de celui-ci.

(1) Page 185.

c. De sorte que les actions des courants dérivés, si importantes à considérer sur les nerfs séparés de l'individu, sont sans action sur le nerf à l'état physiologique. »

Quelques pages plus loin (1), M. Claude Bernard ajoute encore les conclusions suivantes qui ne sont, pour ainsi dire, que le corollaire des propositions ci-dessus.

d. Les phénomènes que le nerf présente sous l'influence d'un excitant, diffèrent beaucoup selon qu'il est contus, lésé, coupé, ou selon qu'il est frais et dans des rapports normaux.

e. Tout ce que l'on a dit des différents sens dans lesquels peut se faire la contraction ne s'applique pas au nerf sain, qui offre toujours les mêmes réactions, quel que soit l'excitant auquel on le soumette et de quelque façon qu'on applique cet excitant. »

Nos propres expériences confirment plusieurs des conclusions de M. Claude Bernard; et dès le commencement, nous avons tenu compte de la proposition *d*, qui est très-importante et qui explique la plupart des contradictions qui existent entre différents expérimentateurs.

Nous sommes également arrivés à cette conclusion que l'action des courants dérivés n'est manifeste que lorsque la partie du nerf parcouru par un courant n'est plus excitable, ce qui se rapproche beaucoup de la conclusion *c* de M. Claude Bernard : « Les actions des courants dérivés, si importantes à considérer sur les nerfs séparés de l'individu, sont sans action sur le nerf à l'état physiologique. » Notre conclusion diffère de celle de M. Claude Bernard en ce que nous croyons que, lorsque le nerf est frais et très-excitable, les courants dérivés n'ont aucune action bien manifeste, que le nerf soit séparé ou non de l'individu. De plus, il est certain, comme le prouvent les expériences faites avec le galvanomètre et comme le démontrent les phénomènes de phosphène et de goût métallique que les courants dérivés existent dans tous les cas et qu'ils ont une influence plus ou moins considérable.

Quant aux propositions *a*, *b* et *c*, nous les croyons incomplètes : car comme nous l'avons déjà dit, il faut distinguer les cas où l'on agit

(1) Page 195.

uniquement sur les nerfs et les cas où l'on agit sur le nerf et sur le muscle. Si dans ce dernier cas, la contraction a lieu surtout au moment de la fermeture, il n'en est pas moins vrai que la direction des courants offre une influence très-marquée et que, dans certaines conditions, il y a une forte contraction à l'ouverture du courant. Nous ne pouvons assez revenir sur ce fait : qu'il est manifeste que la direction des courants a une grande influence sur l'ordre et l'énergie des contractions, et qu'il est important au physiologiste et au médecin d'en tenir compte. Nous verrons, à mesure que nous étudierons les cas pathologiques, combien cette distinction est capitale, et au point de vue purement physiologique, nous renvoyons pour ces faits au § 1 et au § 2 de ce chapitre, ou nous mentionnons des différences très-marquées dépendant de la direction des courants. Cette différence a été constatée de tout temps depuis Aldini et Volta, et nous nous appuyons pour poser les lois que nous avons énoncées, non-seulement sur des faits que nous avons observés, mais encore sur les recherches minutieuses et exactes de Matteucci.

Marianini (1), Matteucci (2), Remak (3) et plusieurs autres auteurs, ont avancé que le courant ascendant agit plus énergiquement sur les nerfs moteurs, et que les nerfs sensitifs sont excités plus fortement par un courant descendant, admettant en même temps que la paralysie des nerfs est un fait analogue à celui qu'on peut produire par les courants constants, ayant toujours la même direction ; ils en ont conclu qu'on doit traiter les paralysies du mouvement par les courants ascendants et les paralysies des nerfs sensitifs par les courants descendants. D'après les expériences que nous avons citées, c'est au contraire la direction opposée qui doit être préférée dans chacun de ces cas.

Matteucci rapporte en même temps que l'on peut, au moyen des courants constants, faire disparaître les contractions tétaniques chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, et que

(1) Marianini, mémoire lu à l'Athénée de Venise (*Annales de chimie et de physique*. 1834).

(2) *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux*. 1844, p. 270.

(3) *Galvanothérapie*. Paris, 1866, p. 23.

dans ce cas, la mort survient sans qu'aucune contraction ait lieu. Pour remplir le but de cette expérience, le courant ascendant, dit Matteucci, est préférable au courant descendant, *le premier produisant moins de contractions d'entrée.*

Cette dernière phrase nous donne l'explication de l'opinion erronée, à notre avis, de ces différents auteurs. Il est vrai, et nous l'avons indiqué, que le courant ascendant détermine dans certains cas moins de contractions que le courant descendant; mais cette différence n'est exacte que lorsque les actions réflexes sont diminuées ou abolies. Au bout d'un certain temps, dans le cas de tétanos, le courant ascendant, aussi bien que le courant descendant, doit amener un arrêt des contractions tétaniques; car l'un comme l'autre maintiennent les nerfs dans un état permanent d'état moléculaire, qui, restant constant, ne peut déterminer aucune contraction musculaire. L'excès d'irritation peut même produire cet effet, mais il nous paraît dangereux de chercher, comme le veut Nobili, à *émousser* le nerf dans le tétanos, il vaut mieux ne pas agir sur les nerfs sensitifs et employer le courant qui de suite empêche l'action des nerfs sensitifs et par conséquent fait cesser les contractions réflexes; or, ce courant est le courant descendant.

En 1838, Matteucci, agissant d'après ces idées théoriques, essaya, avec le docteur Farina, de guérir un tétanos traumatique au moyen d'un courant constant par une pile de trente à quarante éléments. — *Un courant ascendant* fut dirigé du sacrum à la nuque. Les contractions tétaniques cessèrent, mais le malade n'en mourut pas moins. Or, dans cette méthode d'électrisation, loin de diminuer l'excitabilité de la moelle, on l'a encore augmentée, et si la guérison n'a pas eu lieu, cela peut parfaitement tenir à cette excitation permanente de la moelle, excitation qui nous paraît certaine, quoique les contractions tétaniques aient cessé.

Nous reviendrons sur ce sujet dans le paragraphe où nous étudierons l'action des courants électriques sur les actions réflexes; mais, dès maintenant, on peut juger de l'influence en thérapeutique des expériences physiologiques. Il est d'une importance capitale d'être bien fixé sur les propriétés physiologiques des diffé-

rents modes d'électrisation, et c'est parce que nous sommes persuadés de la vérité de cette proposition que nous croyons utile d'insister longuement sur ces faits au risque de nous répéter plusieurs fois.

(*La fin au prochain numéro.*)

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Coup d'œil sur les connaissances touchant la structure de la rétine acquises de 1856 *à* 1868, par M. le prof. W. Krause de Göttingen (1).

(Fin.)

Toutes les hypothèses imaginables sur la théorie de la perception de la lumière paraissent presque épuisées. E. H. Weber (1851) a cru, comme nous l'avons dit précédemment, que, dans les segments externes des bâtonnets et des cônes, constitués probablement par des lamelles, il se produit un mouvement électrique causé par la lumière.

Draper (1856) pense que la calorification de la choroïde au moyen de la lumière absorbée, détermine la calorification des bâtonnets qui ont été considérés comme la terminaison du nerf optique. Les organes visuels, dans ce cas, seraient distincts de ceux qui se trouvent sur les nerfs sensitifs simples etqui communiquent la chaleur, c'est-à-dire le toucher, non en principe, mais par leur disposition extérieure, par leur dimension, etc.

Hensen (1867) qui, d'ailleurs, avait développé cette théorie en 1865, pensait que, dans les segments externes des bâtonnets la lumière provoquerait un changement chimique qui, de quelque manière que ce soit, exercerait une action sur les fibres admises par Ritter.

Finalement, Zenker (1867) avait établi la théorie de l'impression lumineuse à l'aide des « ondes perpendiculaires ». Cette théorie avait pour base les communications de M. Schultze, qui affirmait la présence des lamelles dans les segments externes des bâtonnets ayant une épaisseur constante. Ce dernier fait est objecté par Krause (1868) ; par conséquent, on ne peut attribuer aucune valeur à cette théorie. Il est d'ailleurs adopté que les rayons lumineux qui se rencontrent avec d'autres rayons réfléchis par la choroïde, exerceraient une action irritante sur l'élément des bâtonnets. Puisque, d'après cette

(1) Traduit de Krause, par M. le Dr Galezowski, dans : Schmidt's *Jahrbücher der in- und ausländischen gesammlen Medicin*. Leipzig, 1868, N° 8, Bd. 139, p. 145.

analyse, la couche des bâtonnets et la couche granuleuse externe sont considérées comme des agents purement catoptriques, il sera par conséquent important de préciser les valeurs constantes optiques de ce système. Krause (1868) avait obtenu dans son problème par approximation pour les segments externes des bâtonnets de la grenouille, la table de réfraction de 1,45 — 1,47 (L'air=1).

Au point de vue de la sensation des couleurs, Krause a (1863) appelé l'attention sur ce que, la présence des cônes chez le *Lacerta agilis*, caractérisée par les gouttelettes huileuses de trois différentes couleurs, est très-importante, principalement pour la théorie de la sensation des couleurs.

Plus tard, le même auteur observait (*Beiträge zür Neurologie der obern Extremitat,* 1865, p. 32) que ce fait démontre le rôle que jouent les cônes dans la sensation des couleurs.

Peu après, Schultze (1866) établit l'hypothèse suivante : Les cônes servent à la perception des couleurs et les bâtonnets à la perception de la lumière. Cette idée a raison d'être, mais elle ne peut pas être démontrée chez les animaux nocturnes.

M. Schultze crut avoir constaté que ces animaux ne possèdent pas des cônes. Mais Krause (1868) avait parfaitement démontré la présence des cônes, aussi évidents chez les hibous que chez d'autres oiseaux. Chez le faucon, il a trouvé 11.260 cônes dans un millimètre carré de la rétine, chez le hibou, il constata 11.900. Chez ce dernier, le nombre des cônes est le même que dans les oiseaux de proie diurnes.

M. Schultze (1866) pensait qu'au crépuscule du soir, il n'y a point de couleurs. « A quoi servent alors les éléments de la perception des couleurs chez le hibou ? » Il faut remarquer ici que le sens de perception lumineuse chez cet animal est très-peu développé. Il peut distinguer dans l'obscurité la plus faible lumière pendant que nous n'apercevons plus du tout. Pourquoi le hibou ne pouvait-il posséder un sens chromatique à un degré aussi développé. Il ne manque pas des cônes, s'ils sont indispensables pour la manifestation. Mais les carnassiers comme la hyène et la souris possèdent aussi des cônes.

Krause disait que les affirmations négatives de M. Schultze ne sont pas toujours admissibles. Ce premier auteur a en effet démontré chez la *Murœna anguilla* et le lapin, qu'ils ne possèdent que de faibles traces des cônes. Il est singulier que Krause ait constaté dans la rétine de la *Murœna anguilla* une grande quantité des vaisseaux sanguins, qui n'existent d'ailleurs que chez les poissons suceurs ; les oiseaux, les amphibies et les poissons osseux en sont dépourvus complétement. M. Schultze n'a pas observé non plus des vaisseaux sanguins, tandis que Nunneley (1863) avait déjà représenté les cônes chez la *Murœna anguilla.* La différence entre les animaux nocturnes et les diurnes ne repose point sur l'absence des cônes chez ces premiers, mais bien sur un développement relativement colossal des segments externes des bâtonnets, comparativement aux segments internes. Ce fait a été du reste reconnu par M. Schultze. Les rayons lumineux qui tombent sur eux sont ré-

fléchis plus complétement en vertu de leur longueur plus grande. Il est plus difficile de trouver les cônes chez les animaux nocturnes que chez les animaux diurnes ; voici pourquoi ils ont échappé aux recherches d'une méthode insuffisante de M. Schultze.

De l'observation et de l'expérience en physiologie, par M. Coste, Membre de l'Institut. Paris, 1869, in-8° (1).

I. Je viens demander à l'Académie un moment d'attention afin de lui présenter quelques remarques à l'occasion d'un récent écrit sur les progrès de la physiologie générale en France, dans lequel notre confrère M. Claude Bernard, séparant l'observation de l'expérience, expose une doctrine qui, heureusement pour la grandeur de la science, n'est conforme ni à la nature des choses, ni à la vérité de l'histoire.

M. Claude Bernard soutient, en effet, que, vouées par essence à la contemplation pure, les sciences d'observation (2) ne sauraient, en aucun cas, devenir *explicatives* des phénomènes de la vie, ni par conséquent conquérantes de la nature vivante, double privilége exclusivement réservé, suivant lui, aux sciences expérimentales. Je cite textuellement afin qu'on ne puisse m'accuser d'avoir altéré, en la traduisant dans un autre langage, la philosophie de l'auteur :

« Toutes les sciences naturelles sont des sciences d'observation, c'est-à-» dire des sciences contemplatives de la nature, qui ne peuvent aboutir qu'*à* » *la prévision*. Toutes les sciences expérimentales sont des sciences explica- » tives, qui vont plus loin que les sciences d'observation qui leur servent de » base, et arrivent à être des sciences d'action, c'est-à-dire des sciences » conquérantes de la nature. Cette distinction fondamentale ressort de la » définition même de l'observation et de l'expérimentation. L'observateur » considère les phénomènes dans les conditions où la nature les lui offre; » l'expérimentateur les fait apparaître dans des conditions dont il est le » maître (3).

Certes, quand je prends soin de relever ici les immenses services que, comme sciences explicatives et conquérantes de la nature vivante, les sciences d'observation rendent chaque jour et ont toujours rendus à la physiologie

(1) La première partie de ce travail a été lue à l'Académie des sciences, dans la séance du 29 juin 1868 (t. LXVI, p. 1278).

(2) Je me sers de ces mots : *sciences d'observation*, *sciences expérimentales*, pour suivre M. Claude Bernard sur le terrain où il s'est placé ; mais je combats cette doctrine *séparatrice* en montrant que l'expérience ne se détache pas de l'observation dont elle est l'un des moyens d'investigation.

(3) Claude Bernard, *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France*, p. 132. Paris, 1867.

générale, il ne viendra à l'esprit de personne de me soupçonner d'ingratitude envers les sciences expérimentales. Vingt-cinq années d'enseignement dans la chaire d'embryogénie comparée et dans un laboratoire où je fais assister mes auditeurs aux plus délicates expériences tendant à leur expliquer, dans la mesure des connaissances acquises, les lois du développement de la vie, me mettent à l'abri de ce soupçon. Je pourrais même ajouter, comme témoignage de mon penchant vers les sciences expérimentales, que les trois premiers grands laboratoires organisés en Europe pour l'étude de la vie en action ont été créés par mon initiative, l'un au Collége de France, l'autre à Concarneau, sur les bords de l'Océan, le troisième à Huningue, sans parler des entreprises qui transforment nos rivages en champs de production.

Mais l'étude des lois du développement de la vie ne demande à l'expérience seule de lui révéler les mystères de la création que dans le cas où ils se dérobent à l'œil de l'observateur. Partout où le regard peut les atteindre, elle n'a besoin d'aucun artifice pour contraindre l'organisation à les lui manifester, puisqu'elle voit ce qu'elle cherche.

C'est pour n'avoir pas tenu un compte suffisant des données fondamentales que fournit l'embryogénie et pour avoir écarté celles qu'on peut emprunter à l'histoire naturelle et à la pathologie, si féconde en explications des fonctions du système nerveux, que, sous le titre le plus général, M. Claude Bernard aboutit à une physiologie si restreinte, qu'il la distingue de la physiologie comparée elle-même, car il dit, dans son travail, que « la physiologie » comparée fournit des lumières à la physiologie générale », comme si la physiologie comparée était autre chose que la physiologie générale !

Cela posé, je donne la preuve que les sciences d'observation sont, au même degré que les sciences expérimentales, mais avec plus de certitude, explicatives des phénomènes de la vie et conquérantes de la nature vivante, et que, par conséquent, contrairement au sentiment de M. Claude Bernard, la physiologie générale est à la fois une science naturelle, c'est-à-dire d'observation, et une science expérimentale.

Et d'abord, les sciences d'observation sont-elles explicatives des phénomènes de la vie?

Lorsque le naturaliste cherche à découvrir comment il peut se faire que, dans une ruche, il n'y ait jamais qu'une seule femelle pondeuse, la Reine, ayant au service de son gouvernement une armée de femelles stériles, les ouvrières, qui, après les noces de la Reine, qu'un seul accouplement féconde pour toute la durée de sa vie, massacrent les mâles désormais inutiles, se dévouent sans trêve à l'éducation des nouveau-nés et à la fabrication du miel ; lorsque, dis-je, le naturaliste cherche la raison de ces singuliers instincts et de cette admirable organisation du travail, il la trouve dans une pratique au moyen de laquelle les ouvrières font développer ou avorter, à leur gré, les organes de la génération des larves confiées à leurs soins. Cette pratique consiste à n'offrir à la Reine, pour le dépôt de ses premiers œufs qui sont tous femelles, sauf la plus grande cellule réservée à l'héritière du

trône, que d'étroites alvéoles où les larves sorties de ces œufs, ne rencontrant ni la nourriture ni l'espace suffisants pour leur régulière et pleine métamorphose, contractent, sous l'empire de conditions défavorables, une difformité qui les prive de la plus importante fonction de l'animal parfait, celle de la maternité, et fait ainsi tourner leurs instincts au profit de l'œuvre commune. La preuve que c'est bien à l'influence physico-physiologique de ce milieu organisé avec une sorte de préméditation qu'il faut attribuer la création de cette population d'eunuques, c'est que, lorsque la Reine meurt, les ouvrières, inquiètes des périls de l'anarchie, se hâtent d'élargir l'une des alvéoles où un œuf en voie d'incubation aurait certainement donné une femelle stérile s'il fût resté dans les mêmes conditions, mais dont elles font sortir une femelle féconde en administrant à la larve une plus copieuse nourriture.

Devant ces attachantes scènes de la vie en action, l'observation pure permet donc ici au naturaliste d'expliquer les merveilleux phénomènes dont il est témoin.

Les sciences d'observation sont, par conséquent, explicatives, comme les sciences expérimentales.

Quand, sous la lentille du microscope, je vois, dans un embryon de poisson, le cœur, dont les parois ne sont encore formées que de cellules contractiles transparentes, lancer à chaque pulsation le sang dans toutes les parties de l'organisme et le ramener dans sa cavité pour lui faire, par cette seule impulsion, parcourir sans cesse le même cercle, je n'ai besoin d'aucune expérience pour comprendre et expliquer, à cet âge, le mécanisme de la fonction.

Quand j'observe, sur le trajet de l'artère caudale de la larve du homard le jeu du sphincter, à l'aide duquel le jeune animal mesure, gradue et proportionne au progrès du développement des organes postérieurs la quantité de sang dont il les arrose, je n'ai qu'une manière d'arriver à la connaissance de ce curieux mécanisme, c'est de le voir en exercice.

Lorsque je démontre, par des autopsies suffisamment répétées, que, chez la femme, la fonction de l'ovaire, c'est-à-dire la maturation d'un ovule microscopique dans une vésicule de Graaf dont il tend à provoquer la rupture, est cause déterminante de la puberté; et que, sous l'impulsion, à distance, de ce travail occulte périodique, la muqueuse utérine subit tous les mois une évolution correspondante ou sympathique, source intermittente du flux cataménial, je mets en évidence, par les seules lumières de l'esprit d'observation, une des plus importantes lois et une des plus admirables harmonies de la nature vivante.

Enfin, lorsque j'assiste aux premiers actes de la vie prenant possession de la matière pour l'entraîner à la création d'un être nouveau, et que je vois la substance granuleuse destinée à cette création se séparer dans l'œuf en segments sphéroïdaux sans structure apparente; puis chacun de ces segments, simple résultat de la coalescence de granules autour d'un centre, se convertir

en cellules par coagulation de sa couche superficielle; puis toutes ces cellules se ranger par ordre comme les pierres d'un édifice, se nourrir et se développer par assimilation de leur contenu, se multiplier par scission à la manière des organismes inférieurs, former la trame organisée qui va se transfigurer en embryon; quand je vois toutes ces merveilles, non-seulement je comprends comment des éléments façonnés par une première élaboration se coordonnent pour réaliser des formes définies, mais encore comment chaque cellule grandit, puisqu'elle absorbe son contenu; comment le blastoderme se développe par addition intercellulaire de cellules nouvelles produites par segmentation des cellules originellement constituées. Tous ces actes de la vie qui touchent à la plus fondamentale fonction, celle de la nutrition, se déroulent sous l'œil de l'observateur, qui n'a besoin, pour les saisir, que d'un seul secours, celui d'un instrument grossissant.

Les sciences d'observation sont donc explicatives de la nature vivante, comme le sont les sciences expérimentales.

Je borne là le nombre des exemples que je pourrais multiplier à l'infini, et je passe à la seconde partie de la démonstration.

Les sciences d'observation sont-elles conquérantes de la nature vivante?

Je pourrais répondre d'un seul mot, par l'affirmative, à cette question et dire : Les sciences d'observation ont accompli, dans le cours des siècles, le plus grand acte de prise de possession de la nature vivante en la faisant passer de l'état sauvage à l'état domestique et en détruisant, autour des espèces utiles, la concurrence vitale des espèces nuisibles. Mais la simple énumération de quelques-unes de leurs conquêtes les mieux définies donnera à la démonstration un caractère d'irréfutable précision.

Plus de cinq siècles avant notre ère, dans les plaines de la vieille Assyrie, où le dattier était devenu l'objet de grandes exploitations, non-seulement à cause de l'excellence de son fruit sucré, mais aussi pour le miel et le vin qu'on savait en extraire, les Babyloniens avaient parfaitement reconnu que, dans ce genre d'arbres, les sexes étaient séparés sur des individus distincts et que la poussière séminale, portée par le vent, tombait dans le calice des fleurs femelles dont elle opérait la fécondation.

Cette observation les conduisit à une pratique agricole qui doubla le produit de leur industrie. Ils comprirent, en effet, qu'ils pouvaient supprimer tous les sujets mâles de leurs plantations et leur substituer des arbres à fruit, sous la condition d'aller tous les ans, comme le font encore les Arabes de nos jours, chercher dans les forêts vierges les régimes fleuris des palmiers sauvages pour en utiliser le pollen.

Cette pratique devint ainsi, aux mains de ces cultivateurs, un puissant moyen de multiplication de la récolte.

Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

Vers la fin du siècle dernier, lorsque Jacobi, transportant dans un vase rempli d'eau ce qu'il avait vu s'accomplir sur les frayères naturelles pendant

les pariades des salmonidés, eut opéré la fécondation en exprimant successivement dans le liquide les œufs d'abord, la laitance ensuite, comme le font les femelles et les mâles dans un fleuve, il ne mit pas seulement au service de l'industrie une méthode pour la multiplication indéfinie d'espèces utiles à l'homme, pour le croisement forcé des races, la production des hybrides; il créa, pour la physiologie, un instrument nouveau d'investigation qui lui permit de rendre visible le contact des deux substances dans l'acte de la génération, de suivre pas à pas l'influence matérielle de ce contact, et d'établir par l'observation directe, que l'imprégnation est le mélange de ces deux substances. Ce fut, en effet, vers la solution de ces problèmes que se dirigèrent les efforts des observateurs témoins de cette nouveauté, la plus étonnante peut-être depuis que l'homme se livre à l'étude de la nature.

Comme les physiciens et les chimistes qui étudient la matière brute et les réactions des éléments dont elle se compose, les physiologistes se trouvèrent désormais, grâce à cette découverte, en mesure de séparer dans des récipients les diverses parties de la semence, de les appliquer isolément l'une après l'autre sur les œufs, et de déterminer, par voie expérimentale, si l'une d'elles n'était pas exclusivement investie d'un privilége dont les autres ne seraient qu'un moyen accessoire de transmission, ou bien si elles ne se confondraient pas toutes dans un même acte et dans une même œuvre. Mais l'instrument d'investigation qui donne à l'homme ce pouvoir sur la vie, c'est à une étude d'histoire naturelle que la physiologie en est redevable.

Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

Quand, en Écosse et en Irlande, les naturalistes eurent constaté qu'aux époques de la reproduction, le saumon remontait toujours vers les sources pour déposer sa progéniture en des eaux limpides, et que, parvenu au pied des cataractes infranchissables, il essayait inutilement de passer outre, on réduisit, pour favoriser cet instinct, les grandes chutes en une série de cascades de hauteur égale à celles que l'animal voyageur avait pu franchir avant d'arriver jusque-là, le conduisant ainsi, à l'aide de ces échelles, dans des rivières supérieures où il n'avait jamais existé et qui en sont peuplées maintenant. Une simple étude des instincts de cette espèce précieuse l'a placée sous l'empire de l'homme, qui la dirige, à son gré, comme il dirige un animal domestique.

Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même titre que peuvent l'être les sciences expérimentales.

M. Claude Bernard dit avec raison que l'anatomie n'est qu'une des nombreuses sciences auxiliaires de la physiologie. On pourrait, avec tout autant de fondement, dire que la physiologie expérimentale n'est elle-même qu'un des auxiliaires des sciences d'observation, et dans beaucoup de cas qu'un simple moyen de contrôle.

Ainsi, par exemple, quand l'observation directe m'a appris que, chez les mammifères, la fécondation n'est pas un phénomène instantané, mais qu'il

faut aux molécules fécondantes dix heures environ pour arriver jusqu'à l'ovaire où se fait l'imprégnation, je sais d'avance qu'en plaçant une ligature vers le milieu de la trompe cinq ou six heures après l'accouplement j'empêcherai le phénomène de s'accomplir. Or, quel sera ici le rôle de l'expérimentateur qui intercepte le passage? Il se bornera simplement à contrôler ce que l'observation directe avait déjà démontré.

Donc vouloir, comme l'a tenté M. Claude Bernard, séparer l'observation de l'expérience, qui n'est qu'un des moyens d'investigation de l'observation, est une entreprise contraire à la nature des choses, et qu'une saine philosophie ne saurait admettre.

Les auteurs du *Dictionnaire de l'Académie française* n'ont pas commis cette faute, quand, fixant dans les mots le bon sens des siècles, ils ont défini l'esprit d'observation : *savoir remarquer les causes et les effets des phénomènes*. Or des sciences qui tiennent compte des causes et des effets des phénomènes sont, par cela même, des sciences essentiellement explicatives et conquérantes de la nature.

II. Après avoir entendu la lecture de ce travail, M. Claude Bernard, cédant lui-même à l'entraînement de la démonstration, a implicitement reconnu le vice originel de sa propre doctrine lorsque, dans sa réponse, au lieu de continuer à réclamer en faveur de ce qu'il appelle les sciences expérimentales autonomes, une fonction absolument dictincte, le privilége exclusif d'expliquer et de conquérir, il se borne à dire qu'elles sont seulement plus explicatives et plus conquérantes de la nature vivante que les sciences d'observation.

La doctrine *séparative*, fondamentale, absolue, s'est donc évanouie dans la controverse. Il n'y a plus, aux yeux de M. Claude Bernard lui-même, que des sciences explicatives.

Mais alors que devient l'autonomie d'une prétendue physiologie générale nouvelle, distincte de la physiologie comparée, basée par M. Claude Bernard sur une opposition de fonctions à laquelle il ne croit plus, et formée par l'expérience détachée de l'observation comme un bourgeon adventif qui irait sur un autre terrain créer une souche indépendante ?

Cette autonomie s'évanouit à son tour avec le principe imaginaire qui l'a engendrée.

L'arbre de la science ne produit point de bourgeons adventifs. Il ne donne que des fruits dont le nombre s'accroît en proportion du développement de ses branches et de la multiplication de ses rameaux.

M. Claude Bernard prend évidemment ici la méthode expérimentale pour la science elle-même et, personnifiant cette méthode, il fait *nominalement*, sur le papier, de l'un des instruments subordonnés de l'esprit d'observation une seconde physiologie qui n'existe pas dans le monde des réalités. Puis, quand on l'avertit de sa méprise, il croit avoir victorieusement répondu en disant : « Dans les sciences expérimentales, c'est l'observation qui est subordonnée » à l'expérience. »

Mais il ne suffit pas d'avoir tourné un principe à l'envers pour changer la nature des choses, pour faire descendre la faculté qui révèle à l'homme les lois de l'univers et soumet la vie elle-même à son empire, au-dessous de ce qui n'est, au fond, que l'un des procédés à l'aide desquels cette faculté marche à la découverte de ces lois et à la conquête de la nature.

On ne peut pas plus subordonner l'observation à l'expérience, que le cerveau à la main qui en est le merveilleux instrument.

En cherchant à m'expliquer comment cette anomalie philosophique avait surgi dans l'esprit de son auteur, je m'étais persuadé un moment que, séduit par le mirage des mots, M. Claude Bernard s'était imaginé qu'en promulguant, en dehors de la physiologie comparée, une physiologie générale expérimentale, il donnait un pendant à l'anatomie générale dont Bichat a fait un traité spécial à côté de son anatomie descriptive. Mais cette supposition n'est pas admissible; car ici l'entreprise serait doublement illusoire. Elle n'aurait ni sujet, ni objet. L'homme ne s'infligeant pas à lui-même le supplice ni les périls de l'expérimentation qu'il prodigue aux autres créatures, l'explication des fonctions de son organisme ne saurait être, le plus souvent, qu'une induction tirée de la physiologie comparée, de l'embryogénie et, en particulier, de la pathologie, cette grande lumière que, dans son désir de constituer une science autonome, M. Claude Bernard écarte, avec d'autant moins de raison, qu'elle est, en physiologie humaine, la sœur aînée de l'expérimentation, souvent son guide et le seul moyen de déterminer, par la constatation, après la mort, d'altérations locales de substance correspondant pendant la vie à des perturbations mentales définies, de déterminer, dis-je, quels sont, dans le mécanisme cérébral, les rouages affectés à chaque faculté de l'entendement.

Toutes les sciences, sans en excepter l'astronomie, M. Chevreul l'a dit avec raison, ont de plus en plus recours à la méthode expérimentale afin d'étendre le domaine de l'observation ou de contrôler ses découvertes, comme elles ont recours, les unes au microscope, les autres au télescope, à la photographie, etc. Mais il ne s'ensuit pas pour cela que l'expérience se détache de l'observation pour former dans chacune d'elles une science autonome à part. Elles restent, à travers tous les progrès de l'esprit humain, ce qu'elles ne peuvent cesser d'être, des sciences d'observation, explicatives et conquérantes de la nature, à l'aide de tous les moyens d'investigation dont elles disposent, de ceux qu'elles créent dans leur marche triomphante et qui deviennent, s'il est permis de s'exprimer ainsi, leurs organes de perfectionnement.

Donc, il n'y a pas, en dehors de la physiologie comparée, une physiologie générale autonome, formée par l'expérience détachée de l'observation. La vraie philosophie n'en reconnaît qu'une seule, celle qui, sans rien ôter à l'expérimentation de son irrésistible puissance, la subordonne à l'esprit d'observation qui l'institue et la gouverne. Je veux parler de la physiologie traditionnelle, dont l'origine remonte au berceau de la civilisation, c'est-à-dire au temps où la pratique de la fécondation artificielle fit passer le palmier sau-

vage à l'état d'arbre cultivé; de cette science que, dans les temps modernes, ont illuminée les mémorables découvertes de Harvey, de Leuwenhoeck, de Malpighi, de de Graaf, de Swammerdam, de Rœdi, de Haller, de Réaumur, de Schirak, de Huber, de Vaucher, de Bichat, de Gœthe, de Pander, de Charles Bell, de Dutrochet, de Baër, et surtout celles de Spallanzani, obtenues par des recherches dirigées avec une telle précision et une telle hardiesse, qu'elles servent encore de modèle à ceux qui poursuivent l'étude des lois du développement de la vie jusqu'en leurs plus secrets mystères.

Les voies que nos ancêtres ont tracées offrent des ouvertures à toutes les ambitions de la pensée et aux continuateurs de leur entreprise sur la nature progressivement asservie, toute la gloire due aux mérites de leurs travaux, sans qu'il soit nécessaire, pour les mettre en relief, d'ouvrir de petites églises en dehors de la tradition.

C'est le privilége des choses de l'esprit de nous élever au-dessus et de nous faire vivre au delà de notre passagère et fragile existence, en nous associant à l'œuvre permanente et immortelle qui organise l'humanité dans la patrie terrestre et la conduit vers sa mystérieuse destinée dans l'harmonie de l'univers.

Le courant d'irrésistible affranchissement qui entraîne tous les peuples et fait de chaque créature humaine une activité libre pour porter sa pierre à l'édifice commun, donne à la science un si grand nombre de collaborateurs et, par suite, à ses moyens d'investigation une telle puissance, qu'il n'est pas un seul problème, sur la terre ou dans le ciel, dont elle n'entreprenne de trouver la solution. Elle détermine la composition chimique des astres eux-mêmes par la simple analyse des rayons lumineux; elle explique la constance de la radiation solaire par le jeu alternatif de combinaisons et de disjonctions d'éléments alternativement précipités vers le centre incandescent et projetés de ce centre vers la périphérie de l'énorme masse où ils viennent resplendir; tandis que, d'un autre côté, elle fait apparaître, sous la lentille du microscope, tout un monde invisible, impalpable et vivant qui transforme la surface du globe par sa redoutable fécondité.

Plongeant ainsi son regard dans la profondeur des deux infinis, l'infiniment grand et l'infiniment petit; fortifiée d'âge en âge par la vie nouvelle que lui laissent en passant les générations qui s'écoulent, elle déchire tous les voiles et nous fait assister, dans le développement de chaque organisme, au spectacle sans cesse renouvelé de la création.

Les forces les plus formidables de la nature, dès qu'elle en découvre la loi, ne sont plus dans ses mains que des agents dociles dont elle fait pour les peuples les moyens matériels de toutes les transformations sociales, à mesure qu'elle leur livre les trésors ravis au ciel, à la terre, à l'océan.

Par l'application de ses forces à l'industrie, elle délivre l'homme du travail pénible et multiplie la production d'une manière indéfinie; par leur application à la locomotion sur les voies ferrées, elle supprime la distance et inaugure le libre échange; pendant que la flamme invisible qui porte la

pensée à travers les fils conducteurs dont le physicien entoure le globe, rattache les uns aux autres les membres épars de la famille humaine ; les anime d'un même sentiment ; leur impose, pour la rapidité des transactions, la nécessité d'une langue commune ; les entraîne vers le même but, comme le réseau nerveux d'un organisme en rattache toutes les parties à une fonction commune.

La science est donc, dans le développement de l'histoire, le ministre prédestiné de la loi morale, puisqu'elle crée les organes de la civilisation.

Devant le tableau de ces éblouissantes créations, on s'étonne de l'état d'indigence dans lequel les sociétés modernes laissent les laboratoires où de tels miracles s'accomplissent. Quelques millions de moins au budget des armes, quelques millions de plus au budget de la pensée, et l'on verra sortir du travail de la paix des victoires qui pèseront plus dans le règlement des affaires du monde que celles que l'on obtient au jeu sanglant de la force et du hasard, et qui emportent la fleur de la vie des nations.

La prépondérance sociale doit appartenir désormais à la nation qui aura une organisation assez virile pour diriger toutes ses forces vives vers la conquête de la nature, en multipliant les moyens d'investigation dans les mains de ceux dont les découvertes, malgré les frontières, tendent à ne faire de tous les peuples qu'un seul peuple, et, suivant la belle expression de M. Agassiz, « à initier l'esprit humain aux secrets des pensées de la Divinité ».

J'ai confiance que le gouvernement de mon pays prendra l'initiative de ce glorieux exemple et qu'il en donnera le signal par l'octroi d'une opulente dotation répartie sur l'instruction publique à tous les degrés ; car il importe que le niveau intellectuel de toutes les classes s'élève, à mesure que la marche de la civilisation leur donne une plus grande place dans l'organisme social.

Le ministre qui déploie, au milieu des misères de son budget, une activité féconde, a déjà fait assurément un premier pas dans cette voie. Mais, pour atteindre le but vers lequel la force des choses nous conduit, il ne suffit pas d'avoir fondé ou agrandi çà et là quelques laboratoires. Le moment est venu de constituer, en dehors de l'enseignement, un personnel d'investigateurs, incessamment recruté parmi les jeunes hommes les plus distingués des écoles spéciales, ou de libre initiative ; personnel voué au progrès des sciences abstraites, comme celui des Ponts-et-Chaussées au soin de leurs applications.

Là, dans une hiérarchie qui n'exclut point l'indépendance, chaque coopérateur, largement rétribué, trouvera, sans avoir à se préoccuper du lendemain, la sécurité nécessaire pour entreprendre des travaux de longue haleine, et il s'établira une tradition qui permettra de mener à bonne fin les observations et les expériences dont la longue durée exigera le concours de plusieurs générations.

Les ateliers de la science ne doivent plus se borner à être une simple annexe de la chaire. Il faut qu'ils se transportent et s'organisent en chantiers de travail, avec leurs chefs de service, leurs coopérateurs, leur matériel, sur tous les points du globe où il y a de grands problèmes à résoudre et qu'on ne

peut résoudre que là ; sur les rivages des océans pour y établir, en diverses contrées, des viviers et des aquariums, comme ceux qui fonctionnent depuis plus de dix ans dans mon laboratoire de Concarneau, où l'on expérimente sur le monde de la mer avec autant de facilité et de précision que sur les espèces domestiques dans nos basses-cours, dans nos herbages.

Je revendique l'honneur d'avoir ouvert à l'ardente activité de notre siècle un nouveau champ d'exploration, en créant le vaste établissement modèle que sont déjà venus visiter des savants de toutes les nations et d'où sont sortis d'importants travaux qu'on n'aurait pu réaliser avant sa fondation, travaux parmi lesquels je citerai : ceux de mon confrère M. Robin, sur l'appareil électique des raies; ceux de M. Moreau, sur la formation des gaz dans la vessie natatoire des poissons ; ceux de M. Gerbe, sur les métamorphoses des crustacés ; ceux de M. Legouis, sur le pancréas des poissons, ceux de M. Van Beneden, sur le *phillobotrium*, et mes propres recherches sur les mœurs, sur la fécondation, et sur la durée de l'incubation de diverses espèces, sur la domestication, qui font partie de matériaux de mon ouvrage sur le développement des corps organisés.

Cet observatoire de la mer, où tous les aménagements sont calculés d'après les données d'une longue expérience, a donc répondu d'avance, par des résultats éclatants, au programme des hautes études. Soixante-dix aquariums ou bacs, alimentés par un courant continu, qu'entretient une pompe mue par un moulin à vent, fonctionnent en permanence au rez-de-chaussée d'un vaste bâtiment dont le premier étage a été converti en cabinets de travail, que je livre aux savants français ou étrangers qui veulent y entreprendre des recherches.

Attenant à ce bâtiment et se développant à ciel ouvert dans toute sa largeur du côté de l'Océan, qui vient battre leurs murailles insubmersibles, six réservoirs de 1000 mètres de superficie, de 3 à 4 mètres de profondeur, bordés de grands trottoirs d'où l'on voit aisément tout ce qui s'y passe, forment, sur un fond de granit, une petite mer en miniature dont l'eau peut se renouveler entièrement deux fois par jour au moyen d'un jeu de vannes grillées imitant le flux et reflux. Les espèces qu'on y retient captives trouvent donc là toutes les conditions du large. Elles y vivent, s'engraissent, se reproduisent comme en pleine liberté, et quand l'une d'elles présente quelque particularité intéressante, on porte les sujets dans les aquariums, afin de placer plus près de l'œil de l'observateur les phénomènes physiologiques ou les actes dont il importe de suivre les phases diverses.

Viviers et aquariums se complètent ici l'un par l'autre et font, par leur ensemble, de ce laboratoire, un instrument perfectionné d'investigation sans précédent dans l'histoire de la science.

Dans l'organisation, telle que je la comprends, des laboratoires explorant le globe aussi bien dans sa profondeur qu'à sa surface, aussi bien dans son atmosphère que dans ses rapports avec le monde astronomique ; dans cette organisation, dis-je, les coopérateurs voués au progrès des sciences natu-

relles devront porter toute leur ardeur vers celle qui, en l'état actuel de nos connaissances, les domine toutes, les comprend toutes, et devient leur criterium.

Je veux parler de l'embryogénie comparée, science nouvelle qui marche à la découverte des lois du développement de la vie par ses études sur la formation des organismes, et qui remonte jusqu'à ses sources par ses investigations sur l'origine des germes ; qui met en évidence le plan général de la création et la hiérarchie des êtres révélés par l'attachant spectacle des métamorphoses du fœtus ; qui conduit la physiologie à l'explication des fonctions ultimes des organes, en lui montrant, pendant leur genèse, la véritable structure de ces appareils de physique et de chimie vivante; qui détermine le degré de fixité et de variabilité des espèces et des races par ses expériences sur les croisements ; qui touche, enfin, à la grave question de l'hérédité, quand elle fait voir dans la composition du germe des signes non équivoques correspondant à des modifications définies de la constitution des parents.

Mais, pour remplir ce programme grandiose, la science a besoin de laboratoires autrement organisés que ceux dont les naturalistes ont disposé jusqu'ici. Il lui faut de vastes fermes, où elle puisse séparer tous les sujets des diverses espèces, afin d'étudier leur génération et leur développement en des conditions normales ; il lui faut, au bord des océans, de grands viviers construits sur le modèle de ceux de Concarneau, dans lesquels les habitants des mers trouvent des milieux analogues à ceux du large.

Or si, pour marcher à la découverte des lois de la vie, les sciences naturelles réclament des installations aussi considérables ; si les sciences physiques et mathématiques exigent à leur tour des encouragements non moins importants, ce n'est pas avec quelques centaines de mille francs qu'on pourra satisfaire à ces besoins nouveaux et urgents ; il faudra un budget de plusieurs millions.

A ceux qui hésiteraient à voter cette dotation, je demanderais à combien de milliards ils estiment, en richesse sociale, les services rendus par la science à l'humanité, et je crois qu'ils trouveraient dans leur conscience la réponse à cette question.

BIBLIOGRAPHIE

Par GEORGES POUCHET.

R. Owen. Derivative Hypothesis of **Life** and **Species**, being the Concluding (40 th.) Chapter of the Anatomy of **Vertebrates**, in-8°. 40 p. Londres, 1868.

A. W. Malm. Monographie illustrée du **baleinoptère** trouvé le 29 oc-

tobre 1865 sur la côte occidentale de Suède; avec photographies; fol., Stockholm, 1867.

Cet ouvrage est écrit en français. Les photographies offrent d'intéressants renseignements sur l'aspect général de l'animal et surtout de la bouche : plusieurs autres parties ont été également photographiées, mais malheureusement un fort petit nombre d'organes internes.

A. W. Malm. Sur les baleines en général et sur le **Balœna** Carolinæ en particulier.

H. Fischer *Chronologischer....* Coup d'œil chronologique sur l'introduction successive de la **microscopie** dans l'étude de la minéralogie, de la pétrographie et de la paléontologie. Fribourg, 1868, in-8°.

S. Jourdain. Notice zoologique et anatomique sur une espèce de chéloptère (**Chælopterus** Quatrefagesi) des côtes de la Manche. Paris, 1868; broch. in-8°.

E. Alix. Comparaison des **os** et des **muscles** des **oiseaux** avec ceux des **mammifères**. Paris, 1867; broch. in-8°.

En même temps que ce travail, on trouve indiqué dans le *Bulletin bibliographique* de la séance de l'Académie des sciences du 20 avril 1868, la liste des travaux d'anatomie comparée de M. É. Allix, depuis 1862.

L. de Sanceis. *Sulla....* Sur le **rete mirabile** crânien et sur le cerveau du **céphaloptère** giorna. Naples, 1868, in-4°.

P. Panceri. *Altre....* Autres larves d'**Alciopides** parasites de la **Cidyppe** densa. Naples, 1868, in-4°. — *Sulla....* Sur la fécondation artificielle et sur l'entrée des **spermatozoaires** dans les œufs de **Branchiostome**. Naples, 1868, in-4°. *Circa....* Sur des appendices particuliers des branchies du **céphaloptère** giorna. Naples, 1867, in-4°. — *Nuovo....* Nouveau genre de **polypes** actiniaires. Naples, 1868, in-4°.

Toutes ces publications sont des extraits des Comptes rendus de l'Académie royale des sciences physiques et mathématiques de Naples.

Chérubin. De l'extinction des **espèces**, études biologiques sur quelques-unes des lois qui régissent la vie. In-8°, 193 p. Paris, Germer Baillière.

P. Roudanovsky. Études photographiques sur le **système nerveux** de l'homme et de quelques animaux supérieurs, d'après les coupes de tissu nerveux congelé. Atlas de 20 pl. contenant 203 photographies. Paris, 1868, broch. in-8°, 60 p. Paris, Delahaye.

L. H. de Martin. Les trois formes de la **matière** minérale, organique, organisée. Paris et Montpellier, 1868, in 8°

Cohnheim. *Ueber....* De l'inflammation et de la **suppuration**, Berlin, sans date, in-8°.

Goppelschrœder. *Ueber.....* Sur une substance fluorescente fournie par un bois de Cuba, et sur une méthode d'analyser au moyen de la **fluorescence**. Sans lieu ni date, broch. in-8°.

MASIUS. Recherches expérimentales sur l'innervation des **sphincters** de l'anus et de la vessie. Bruxelles, 1868, broch. in-8°.

AC. BROWN et TH. FRASER. *On the....* Relation entre la constitution chimique et l'action physiologique. Edimbourg, 1868, in-4°. — *On the....* Sur les changements dans l'action physiologique de certains poisons par des additions chimiques directes. Sans lieu ni date, in-8°.

F. PLATEAU. Études sur la **parthénogénèse**. Gand. 1868, in-8°.

ED. CASAUBON. Étude de physiologie expérimentale. De la **conicine**, Paris, 1868, in-8°

E. ALLIOT. La vie dans la nature et dans l'homme; rôle de l'électricité dans dans la vie universelle. Paris, 1868, in-12.

SVEN-NILSSON. Les habitants primitifs de la Scandinavie : Essai d'**ethnographie** comparée, 1re partie, l'Age de pierre. Traduit du suédois sur le manuscrit de la 3e édition. Paris, 1868, in-8°.

H. MILNE EDWARDS et A. M. EDWARDS. Recherches pour servir à l'histoire naturelle des **mammifères**. Livraison 1 et 2. Paris, 1868, in-4°.

VAN BENEDEN et PAUL GERVAIS. Ostéographie des **cétacés** vivants et fossiles, comprenant la description et l'iconographie du squelette et du système dentaire de ces animaux, ainsi que des documents relatifs à leur histoire naturelle. Livraison 1 et 2. Paris, 1868, texte, in-4°, pl. fol.

P. GERVAIS. Sur le genre **squalodon**. Sans lieu ni date, in-4°.

A. DE L'ISLE. De l'existence d'une race nègre chez le **rat**, ou de l'identité spécifique du Mus rattus et du M. alexandrinus. Sans lieu ni date, broch. in-8°.

E. ALIX. Recherches sur la disposition des lignes **papillaires** de la main et du pied. Paris, sans date, broch. in-8°, pl.

F. PLATEAU. Recherches sur les **crustacés** d'eau douce de Belgique. Bruxelles, 1868, in-4°.

L. SALIMBENI. *Il...* Le microscope employé à déterminer et à prévenir la maladie des **vers à soie**. Modène, 1868, broch. in-8°.

I. LEA. *Index.....* Table pour les volumes I à XI des Observations sur le genre **unio**. 1867, in-4°.

J. KNOCH. *Mikroskopische....* Études microscopiques concernant l'histoire des **parasites**. Sans lieu ni date, broch. in-8°.— *Der...* Démonstration de la présence de cysticerques du **tænia** mediocanellata dans les muscles des bêtes à cornes, pour servir à l'histoire du T. mediocanellata. Sans lieu ni date, broch. in-8°. — Étude sur les **psorospermes** des cheveux humains, broch. in-8° (en russe). — Sur les psorospermes kysteux, broch. in-8° (en russe).

DUMÉRIL. Notice sur les travaux anatomiques, physiologiques et zoologiques de M. A. Duméril. Paris, 1868, in-4°.

T. HINKS. A History of the British **Hydroid** Zoophytes. 2 vol. in-8°. Londres, 1868.

Cet ouvrage, consacré particulièrement à la description de ces animaux, est précédé d'une courte préface sur leur organisation où celle-ci n'est étudiée que d'une manière très sommaire. L'ouvrage de M. Hinks n'est pas moins précieux par un grand nombre de figures exécutées par l'auteur lui-même et qui peuvent être d'un grand secours pour l'étude des formes extérieures de ces animaux.

PAULET et SARRAZIN. Traité d'**anatomie topographique**, comprenant les principales applications à la pathologie et à la médecine opératoire, texte, par V. Paulet, atlas gr. in-8°, par V. Paulet et Sarrazin.

GALEZOWSKI. Du diagnostic des maladies des yeux par la **chromatoscopie** rétinienne; précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs. Paris, 1868, in-8°, fig.

P. E. DA COSTA ALVARENGA. Remarques sur les **estocardies** à propos d'une variété non encore décrite, la trochocardie, trad. du portugais par A. Marchand. Bruxelles, 1869, broch. in-8°.

CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. De l'influence des variations périodiques de l'atmosphère sur l'état physiologique. Versailles, 1868, in-4°. (Extrait de l'*Annuaire* de la Soc. météorologique de France.)

A. BOETTGER. *Beitrag*.... Essai sur la connaissance des **poissons** des environs du Bas-Mein. Offenbach, 1869, broch. in 4°.

CH. DES MOULINS. Quelques réflexions sur la doctrine scientifique dite **Darwinisme**. Bordeaux, 1869, broch. in-8°.

L. AGASSIZ. De l'**espèce** et de la classification en zoologie. Trad. de l'anglais par F. Vogeli. Paris, 1869, in-8°. Voyez aussi *Philosophie positive*, sept.-oct. 1869.

ROB. JAMES. *An*.... Explication des mouvements de l'**iris**. Londres, 1867, in-8.

A. GAMGEE. *Researches*.... Recherches sur le **sang**. Action des nitrites sur le sang. Édimbourg, 1868, in-4°.

LUSCHKA. *Der*.... Sur le **pharynx** de l'homme. Tubingue, 1848, in-4°, planches.

RAMES. Aperçu sur le fonctionnement du **système nerveux**. Aurillac, 1868, in-8°.

J. F. JENCKEN et H. D. JENCKEN. *Treatises*.... Discours sur la lumière, la la couleur, l'électricité et le magnétisme. Londres, 1869, in-8°.

J. WYMAN. On a **Thread-worm** inferting the Brain of the Snake-Bird. From the Proceedings of the Boston Society of Nat. Hist., vol. XII, october 7, 1868. — A part, Boston, 1868, 7 p., fig.

J. WYMAN. Observations on **Crania**. Boston, in-8°, 34 p., fig.

A. VERGNE. Du **tartre dentaire** et de ses concrétions. Thèse, Paris, J. B. Baillière, 1869, in-8°, 52 p., pl.

TABLE DES MATIÈRES.

ANATOMIE NORMALE.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

PHYSIOLOGIE NORMALE.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE DES AUTEURS.

FIN DE LA TABLE DES AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES.

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.



1–3. Mylodon robustus. 4. Aï.

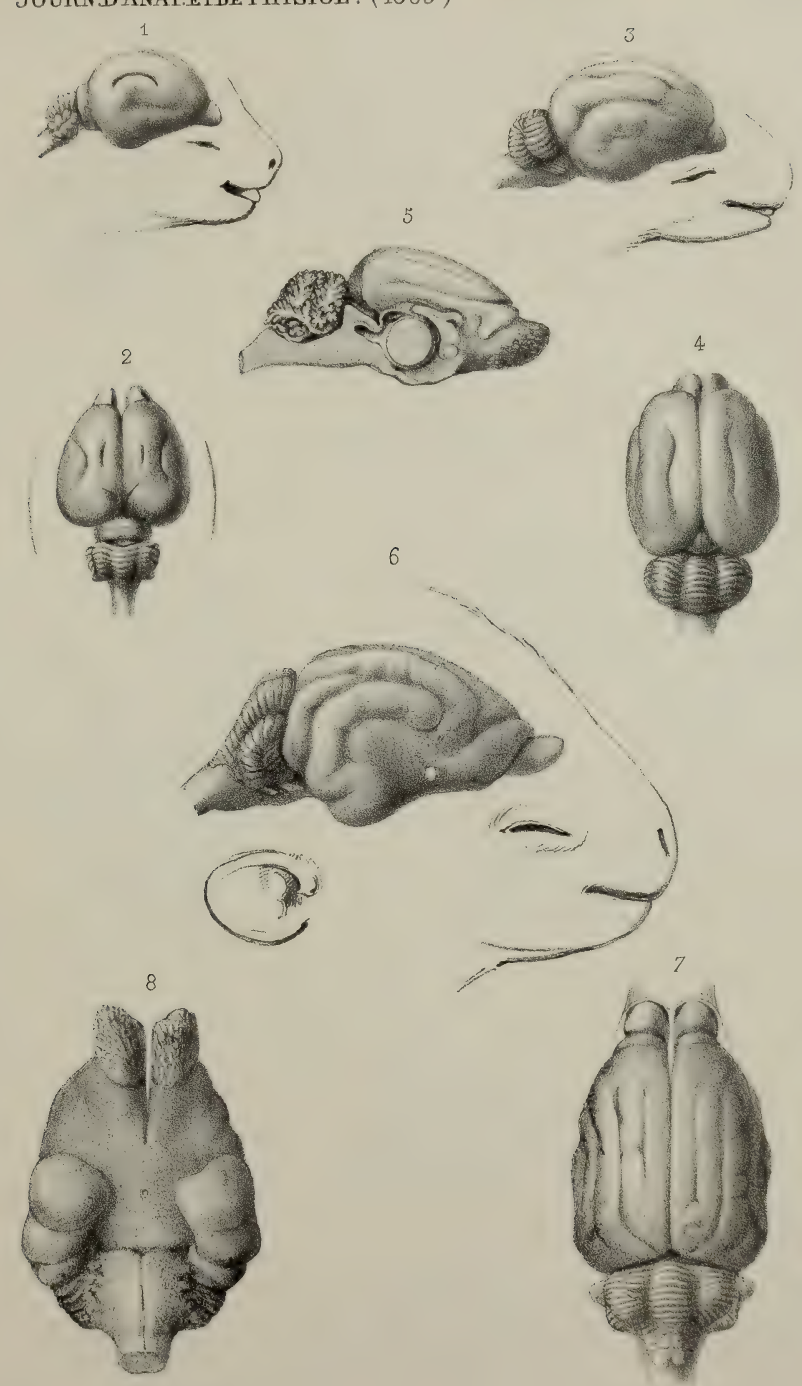
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Lackerbauer lith.   Imp. Becquet, Paris.

Glyptodon clavipes.

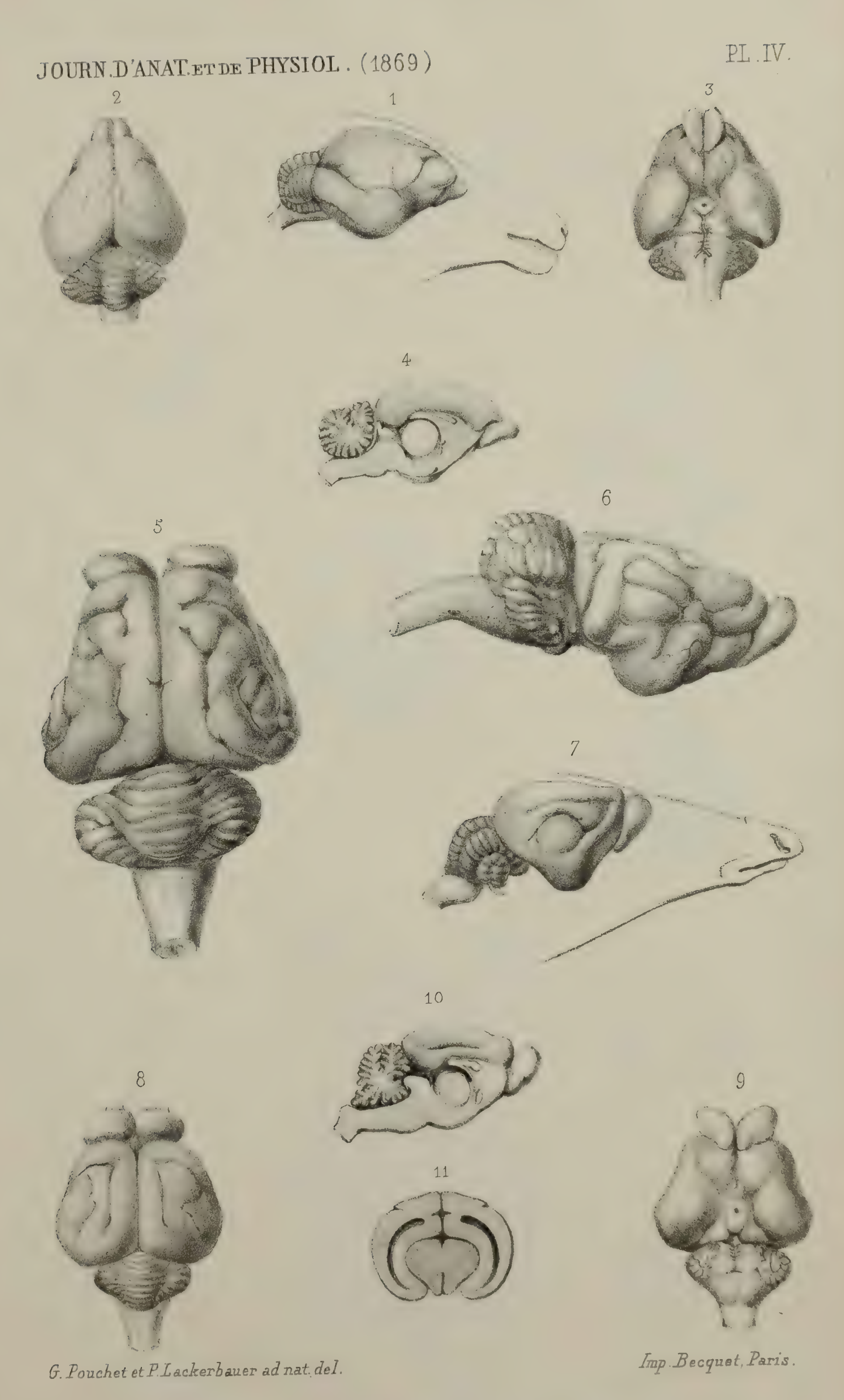
Germer Baillière, Libraire à Paris.



G. Pouchet et P. Lackerbauer ad nat. del. Imp. Becquet, Paris.

1_2. Fœtus d'Aï. 3_4. Aï (jeune.) 5. Unau (jeune.)
6_8. Unau (moins jeune.)

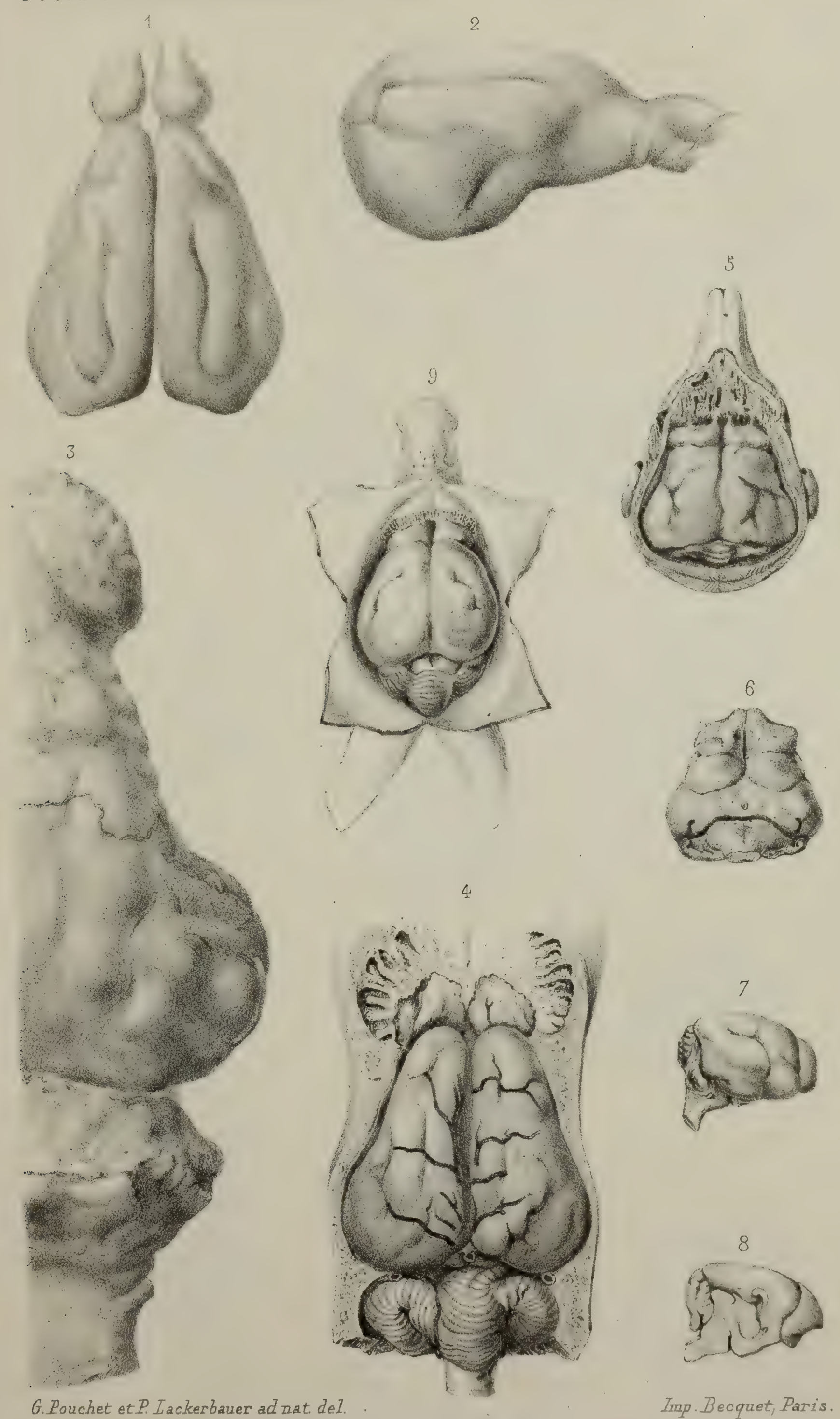
Germer Baillière, Libraire à Paris.



G. Pouchet et P. Lackerbauer ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.*

1–4. Dionyx. 5–6. Pangolin (M. pentadactyla ?)
7–11. Pangolin (jeune.)

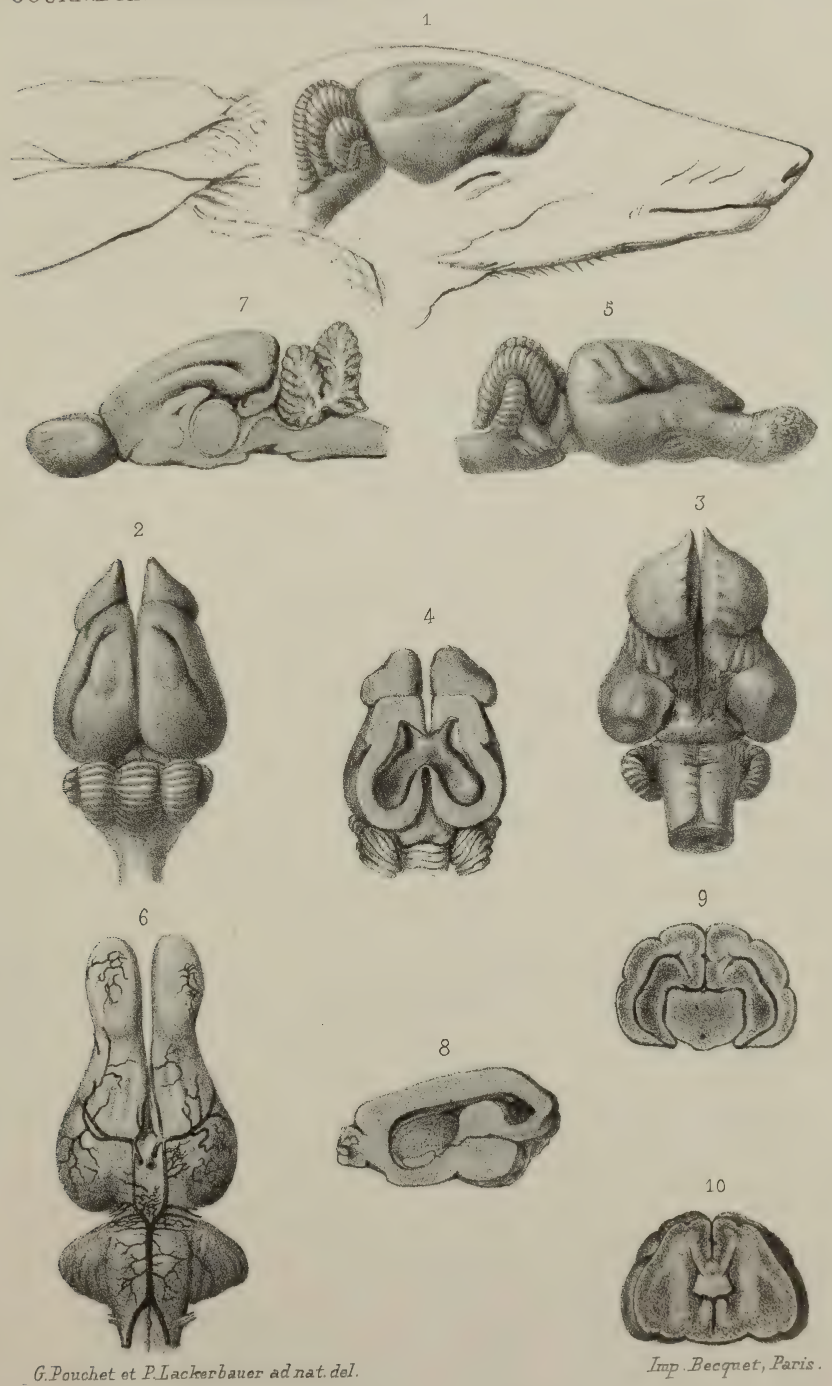
Germer Baillière, Libraire à Paris.



G. Pouchet et P. Lackerbauer ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.*

1–2. Tamandua. 3. Oryctérope. 4. Fœtus d'Oryctérope.
5–8. Chlamyphore. 9. Fœtus de Cachicame.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

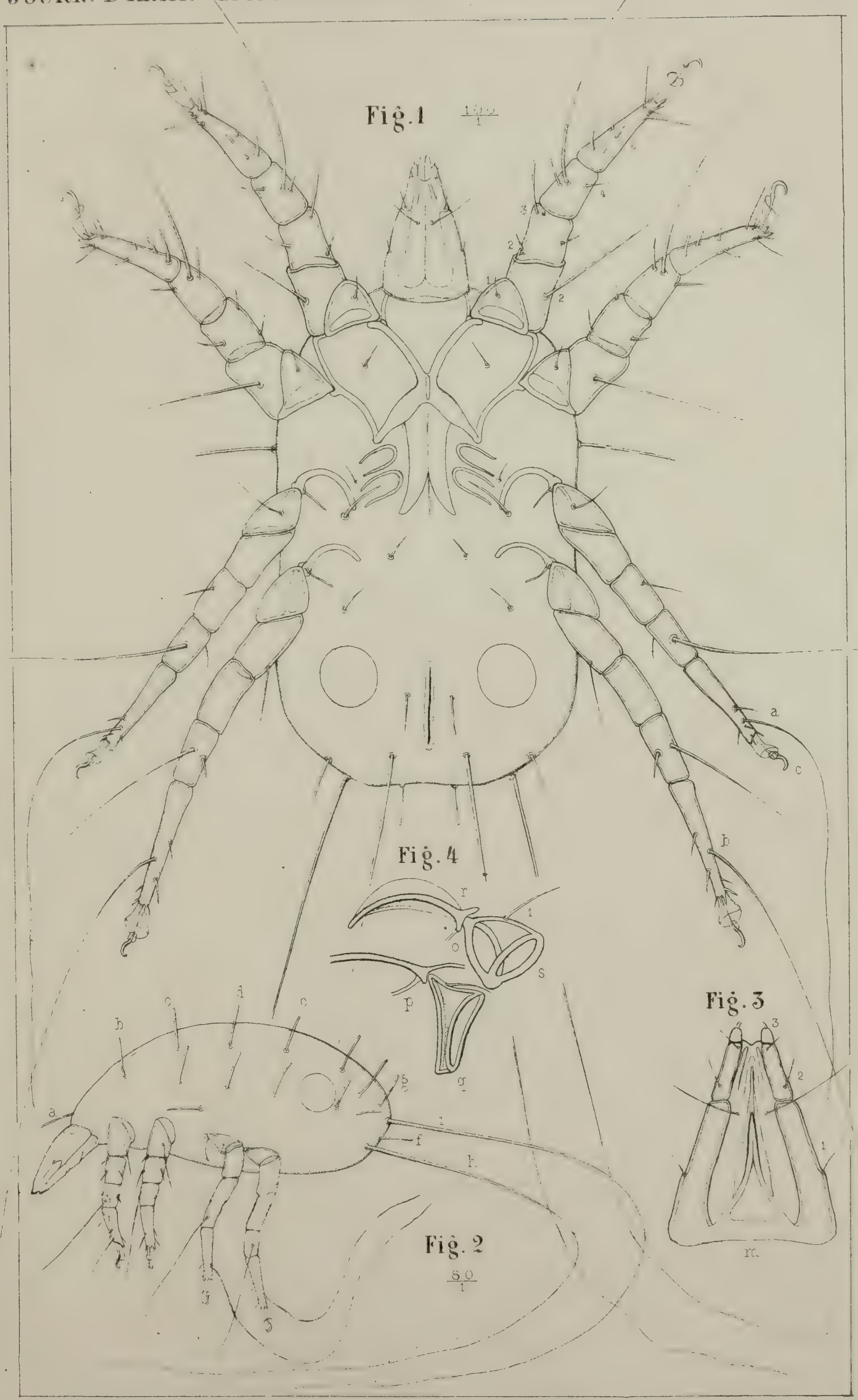


G. Pouchet et P. Lackerbauer ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris.

1 _ 3. Cachicame (jeune.) 4. Cachicame (plus jeune.)
5 _ 10. Encoubert.

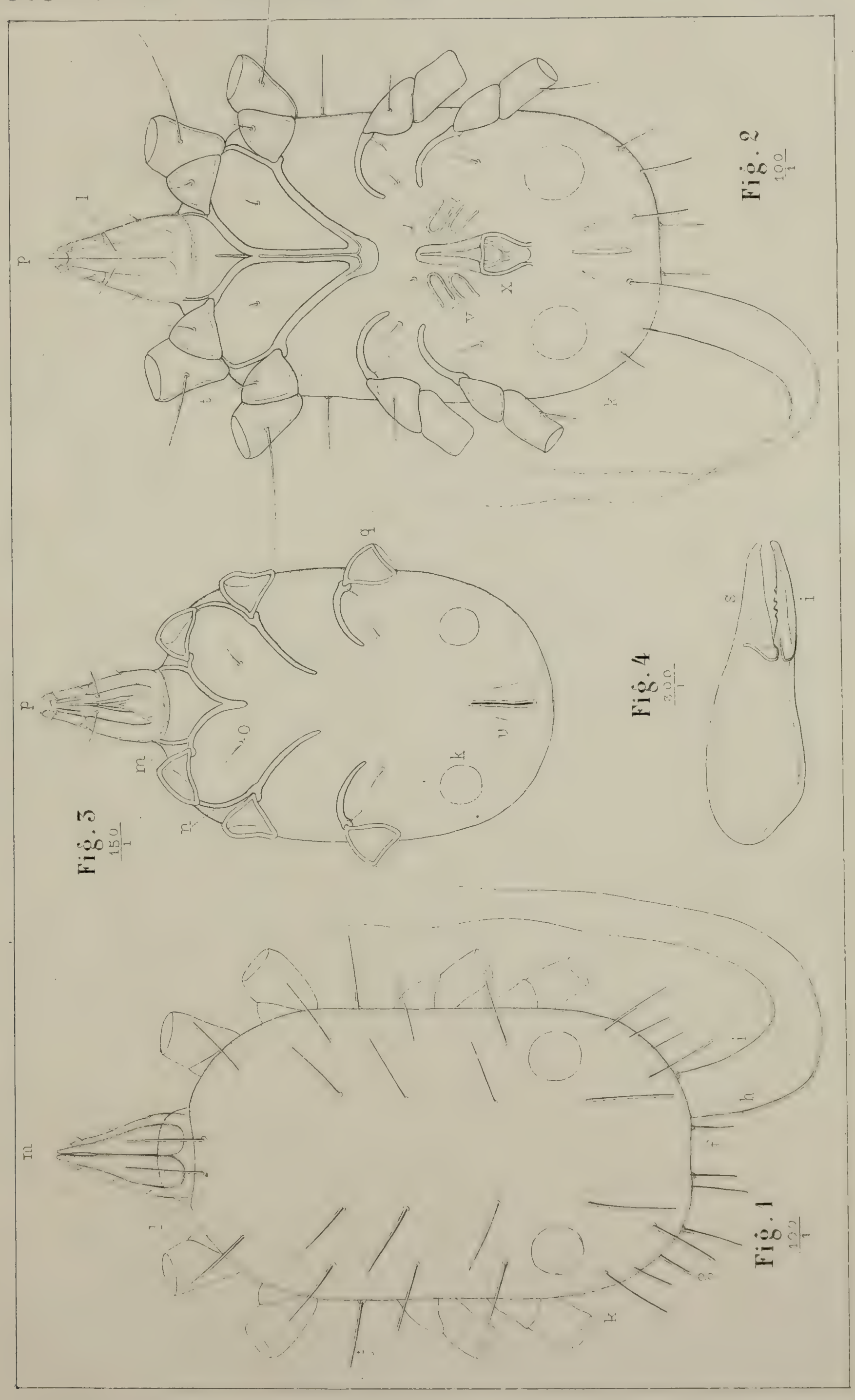
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet. Gravé sur pierre par Lackerbauer

Carpoglyphus passularum (Ch. R.) ♀

Germer Baillière, Libraire à Paris



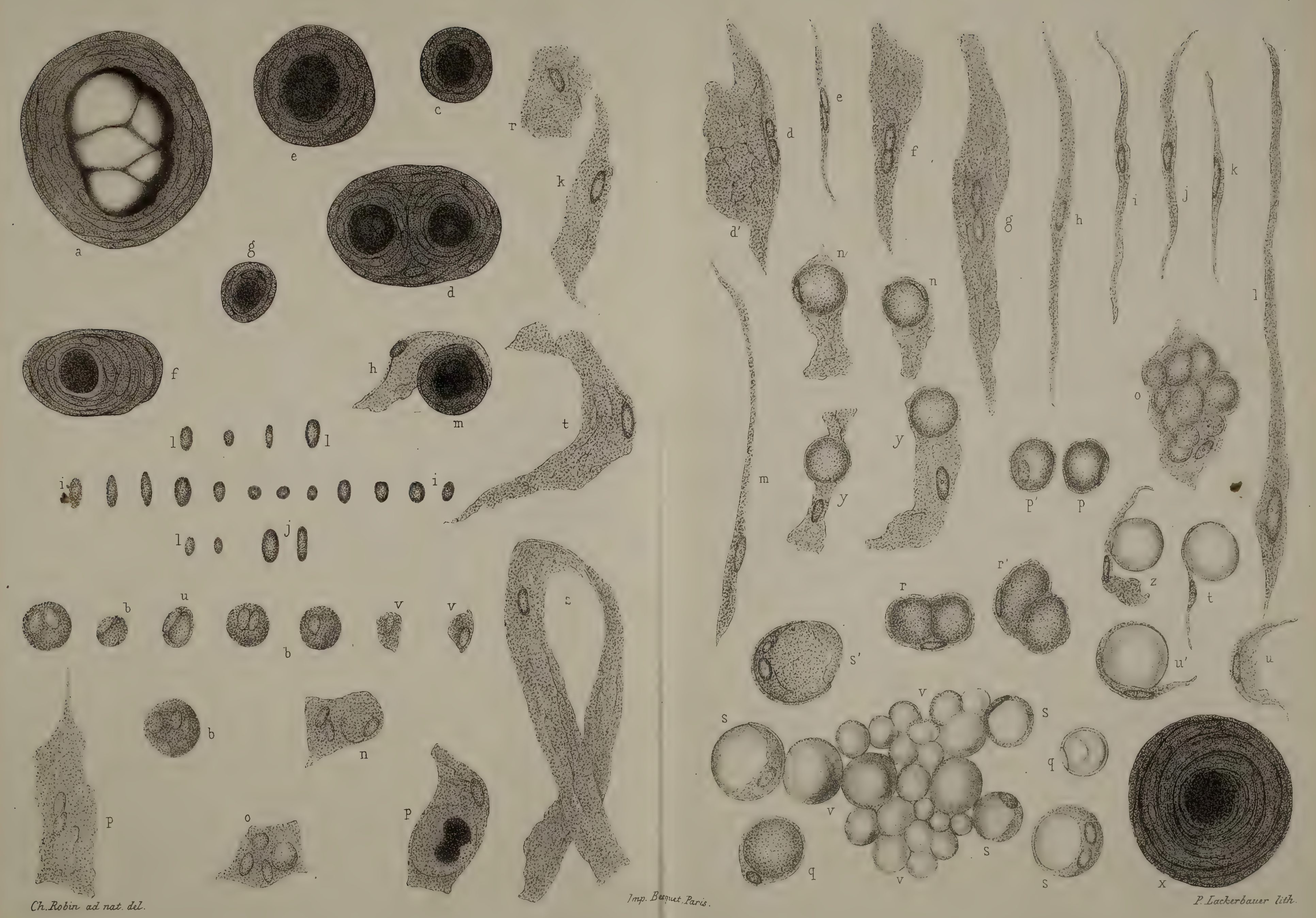
Ch. Robin del. Imp Becquet Gravé sur pierre par Lackerbauer

Carpoglyphus passularum (Ch. R.) ♂

Germer Baillière Libraire à Paris.

9+10

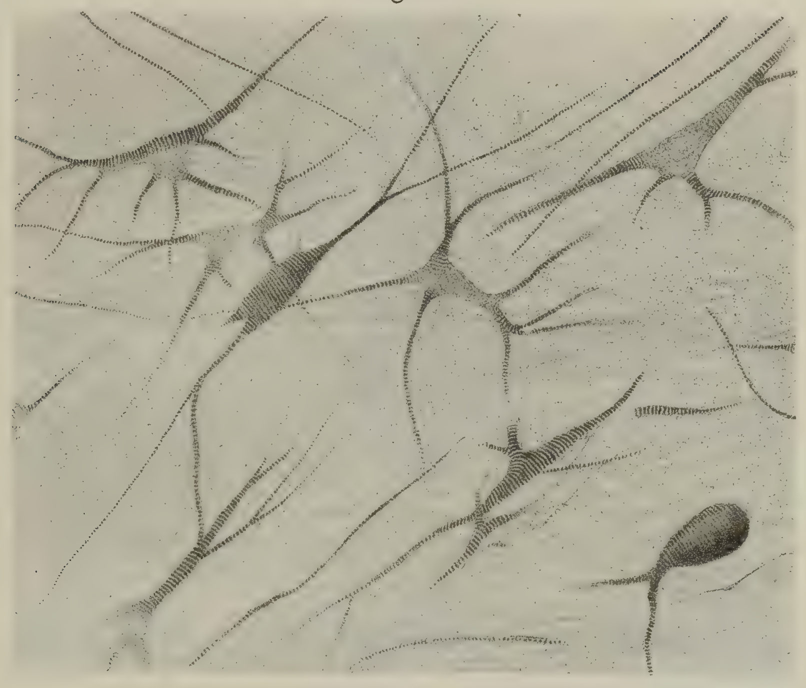


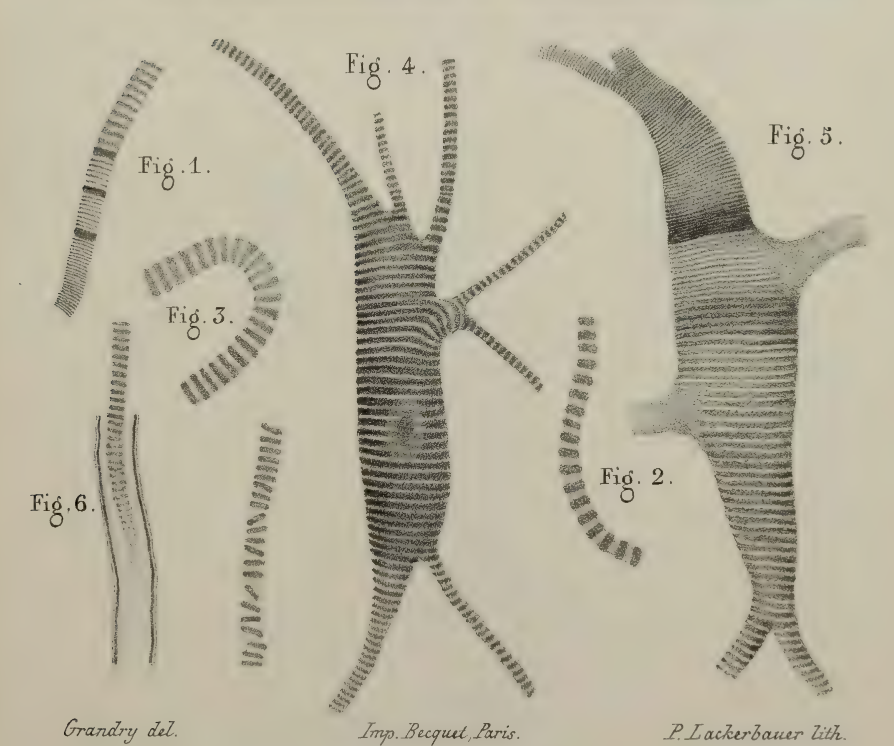


Epitheliomas de l'Arachnoïde.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 7.

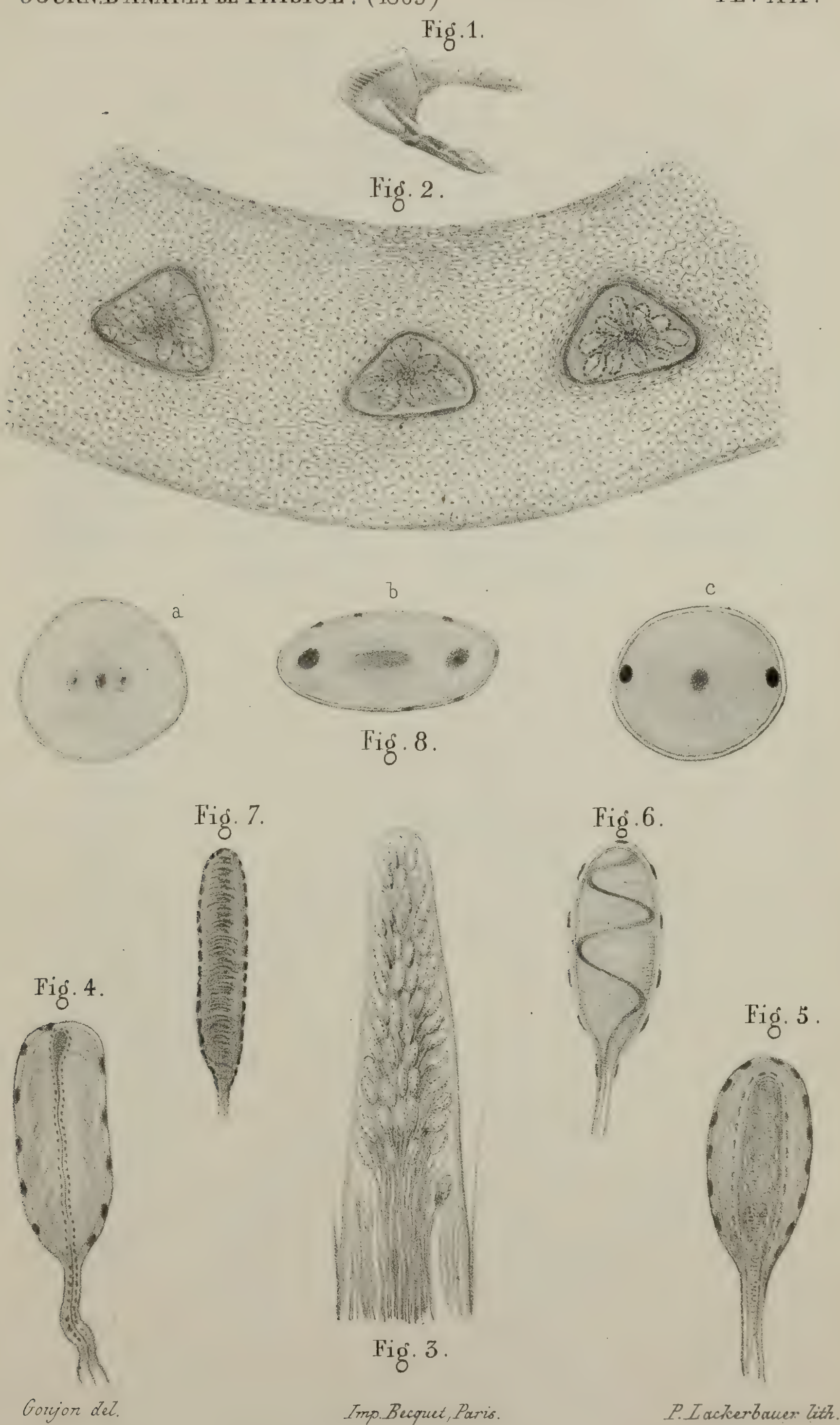




Grandry del. *Imp. Becquet, Paris.* *P. Lackerbauer lith.*

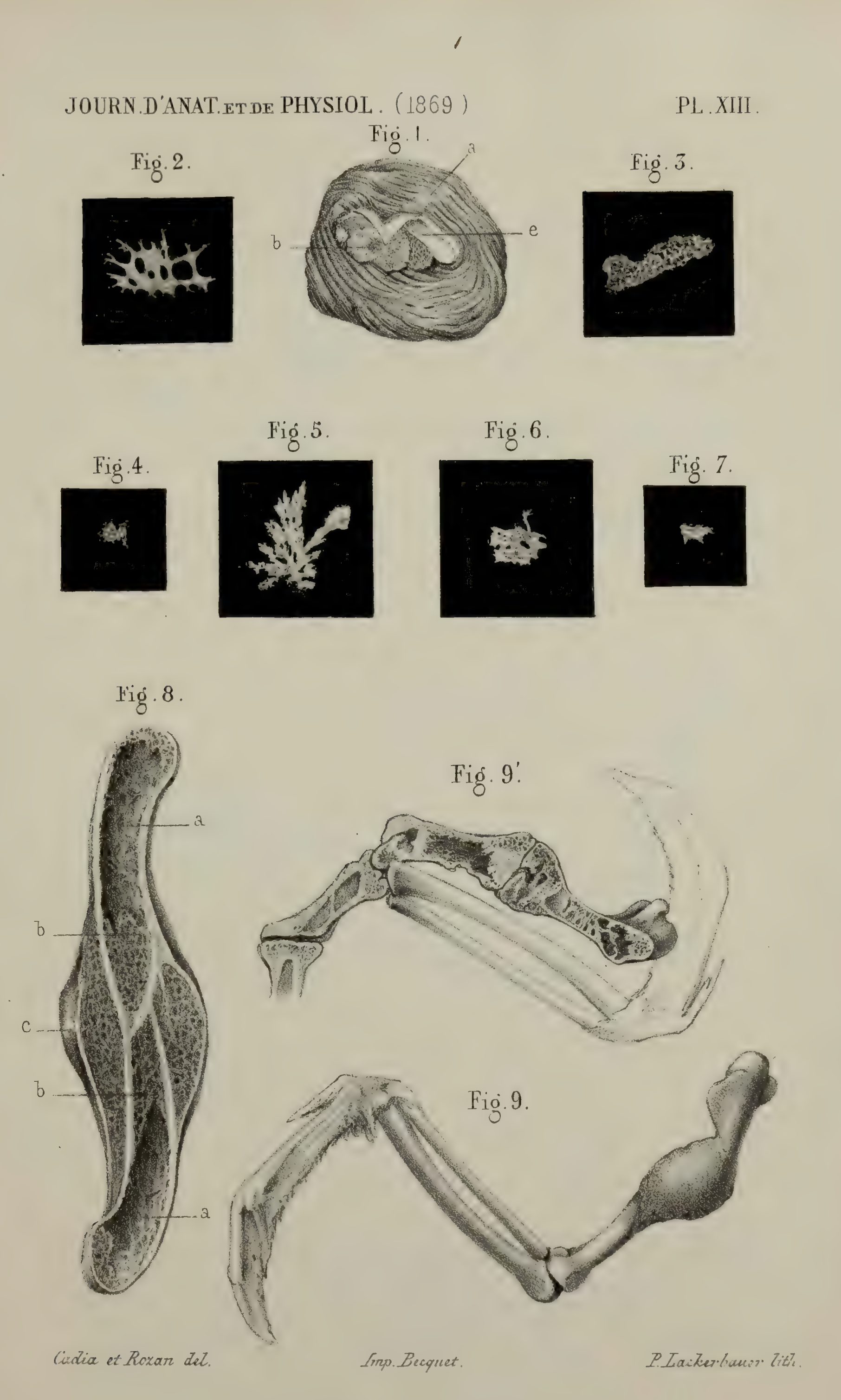
Structure intime du cylindre de l'axe.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Goujon del. *Imp. Becquet, Paris.* *P. Lackerbauer lith.*

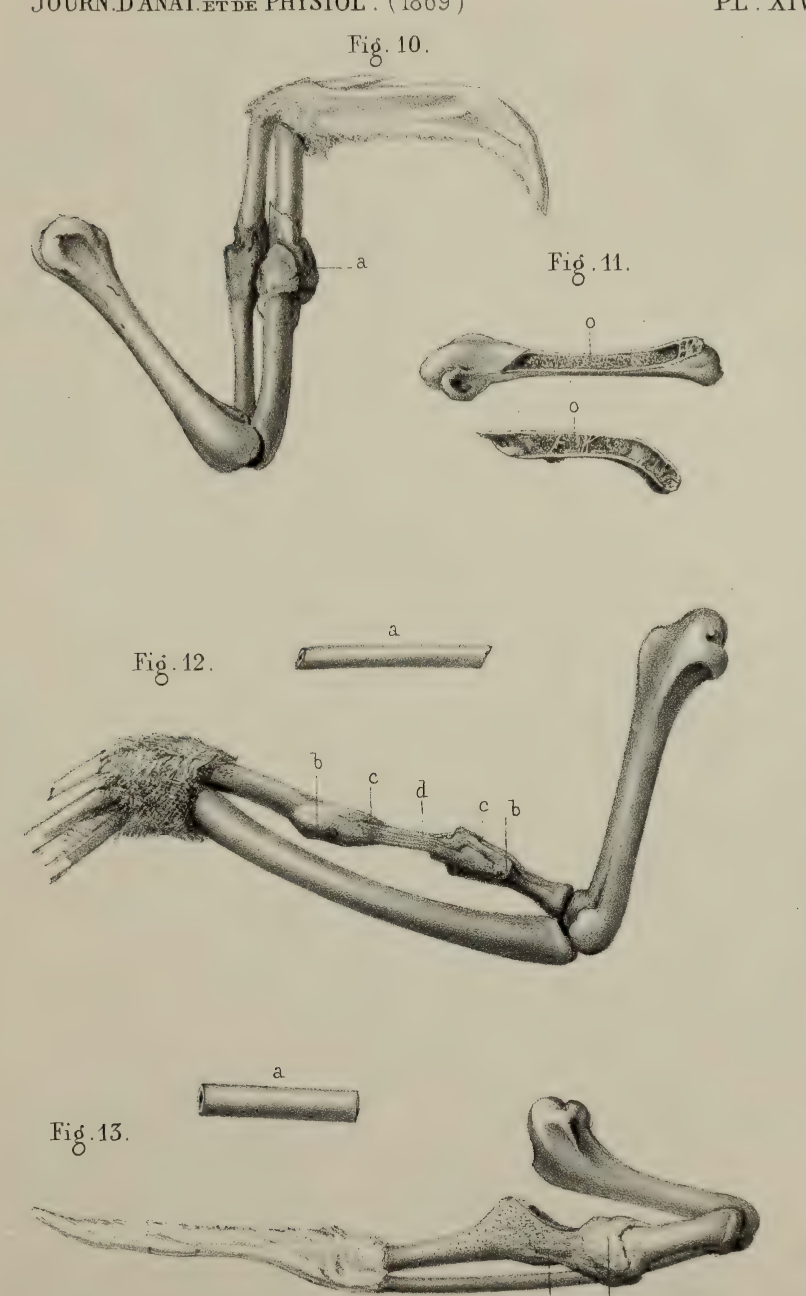
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Cadia et Rozan del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Usage de la moëlle des os.

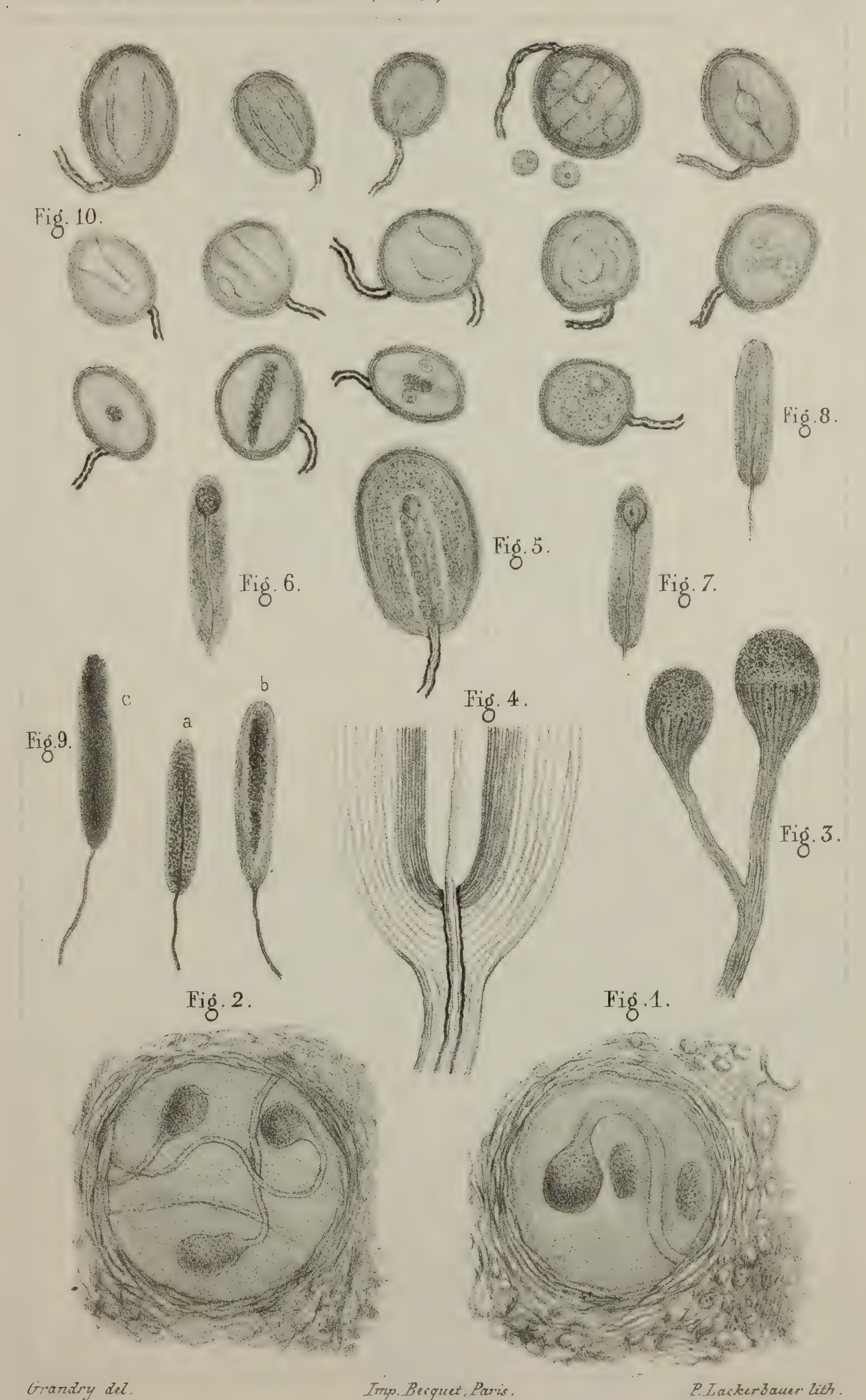
Germer Baillière Libraire à Paris.



Cadia et Rozan del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Usage de la moëlle des os.

Germer Baillière Libraire à Paris.



Grandry del. Imp. Becquet, Paris. P. Lackerbauer lith.

Recherches sur les corpuscules tactiles.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 2.

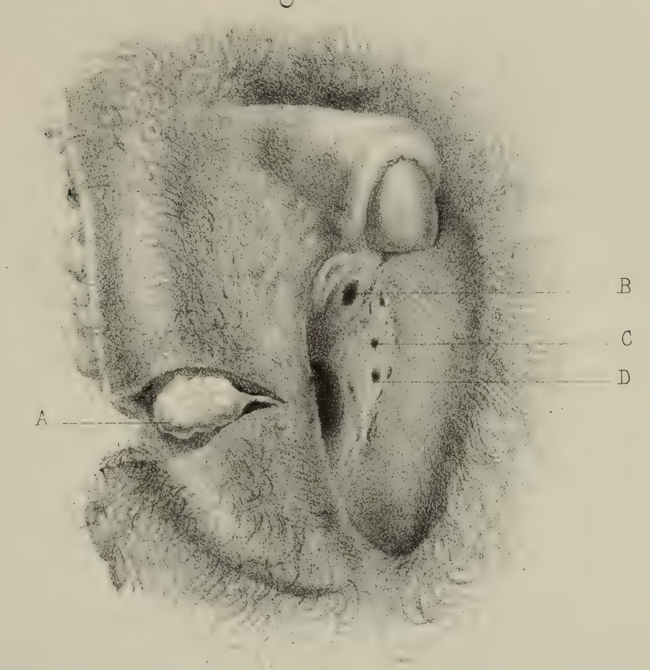


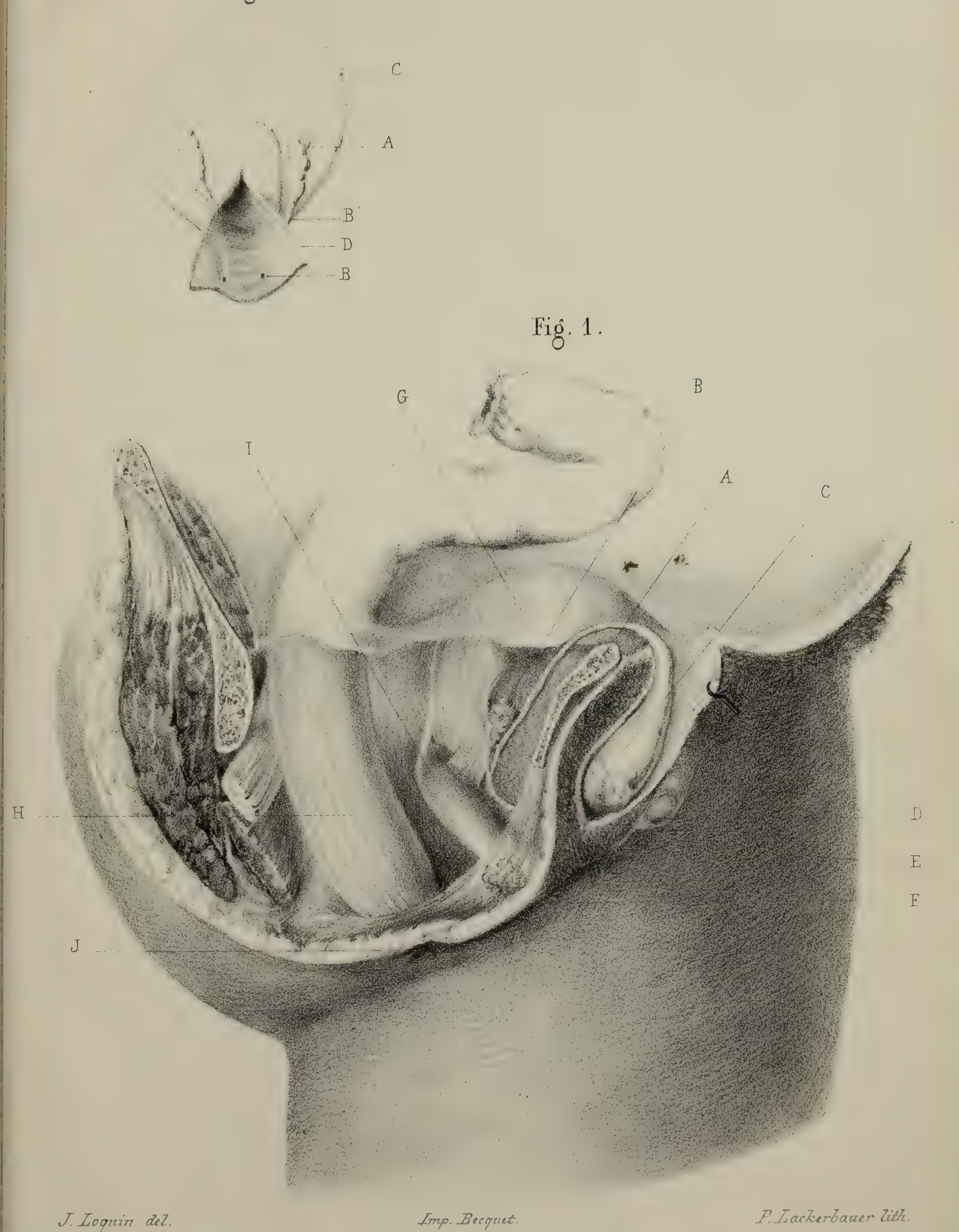
Fig. 1.

D
A
E
F
B
C
G
H
I

J. Loquin del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Hermaphrodisme bisexuel imparfait chez l'homme.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



J. Loquin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Hermaphrodisme bisexuel imparfait chez l'homme.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

